



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för stad och land

# STORSTAD OCH DAGVATTEN I SAMSPEL

---

Ett gestaltningsförslag med hållbar dagvattenhantering i Ulleråker, Uppsala

Isabel Sundström  
Avdelningen för landskapsarkitektur  
Examensarbete vid Landskapsarkitektprogrammet,  
Uppsala 2016



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutet för stad och land, avdelningen för landskapsarkitektur, Uppsala

Examensarbete för yrkesexamen på landskapsarkitekturprogrammet

EX0504 Självständigt arbete i landskapsarkitektur, 30 hp

Nivå: Avancerad A2E

© 2016 Isabel Sundström, e-post: isabel.sundstrom@gmail.com

Titel på svenska: Storstad och dagvatten i samspel - Ett gestaltungsförslag med hållbar dagvattenhantering i Ulleråker, Uppsala

Title in English: City and storm water intertwined - A design proposal with sustainable storm water principles in Ulleråker, Uppsala

Handledare: Ulla Myhr, institutet för stad och land

Examinator: Lars Johansson, institutet för stad och land

Biträdande examinator: Ylva Dahlman, institutet för stad och land

Foton och illustrationer: Av författaren om inget annat anges. Samtliga bilder/foton/illustrationer/kartor i

examensarbetet publiceras med tillstånd från upphovsman.

Originalformat: A3

Nyckelord: biofilter, bioretention, dagvatten, gestaltungsförslag, Ulleråker

Online publication of this work: <http://stud.epsilon.slu.se>

## Förord

Under min utbildning till Landskapsarkitekt har jag i många kurser fått designa, höjdsätta eller planera. Det har varit allt från bostadsgårdar, Naturum, fickparker och hela stadsdelar där fokus oftast har legat på växtgestaltning eller sociala aspekter. Kurserna har varit viktiga och lärorika, men något jag har däremot saknat den hållbara aspekten. Vi har lärt oss om klimatförändringarna och dess påverkan på våra förutsättningar att arbeta i framtiden, men inte praktiskt fått öva på att gestalta hållbart. Med detta arbete hoppades jag få djupare förståelse för och öva på att gestalta hållbart ur en landskapsarkitekts synvinkel.

Summary

During my education to become a Landscape architect I have learned a lot about climate change and know that it is going to impact my future work. With this essay I desire to learn more about how to meet the new requirements that climate change and the rise of rainfalls cause.

Introduction

There is a struggle to meet new challenges posed by climate change. A change that can't be reversed only met with new solutions. To have knowledge of how to meet these challenges is essential for landscape architects.

Scandinavia is especially exposed to a rise in rainfalls, with downpours and flooding's as consequence.

Storm water, being rainfall that pours on hard surfaces in urban environment is already an environmental problem causing contamination of urban waters.

Hard urban surfaces prevent rainfall to infiltrate and further enhance the effect of rise in rain-falls. Sustainable storm water principles is a way to meet and prevent further consequences caused by rises in rainfall.

Uppsala - Södra staden

Uppsala city is developing and as a way to meet the growing population Uppsala municipality is planning an expansion, called Södra staden. The expansion is considered to be one of the most important and largest development projects in Uppsala, giving room to close to 25 000 new residents.

Ulleråker

Ulleråker area is one of eight smaller plans within the Södra staden expansion. However, large areas of Ulleråker are placed on Uppsala drinking water zone. A dense modern district is planned in Ulleråker which risks the drinking waters quality.

Requirements is of that reason put forward by Uppsala municipality to find new innovative solutions for storm water treatment that prevent pollutions to reach the drinking water.

District square

Within Ulleråker a public square with a public transportation node is planned. This square is to contain services, culture and other functions.

In this essay a design proposal of the district square with sustainable storm water solutions is presented.

Working with Sweco

During the time of writing this essay I have been offered a working place at Sweco Architects AB in Uppsala. With help of two persons at Sweco the Ulleråker project was identified.

Dag Sundberg is Landscape architect LAR/MSA and head of the studio group of landscape architects in Uppsala.

Irina Persson is Hydrologist with focus on storm water. She is in charge of the sustainable storm water principle in the Ulleråker project.



Södra staden och Ulleråkers location in Uppsala with the main station for train and buses (Resecentrum) and the Cathedral (Domkyrkan). Source: © Lantmäteriet i2014/764.



The sugested new structure of Ulleråker with the location of the square in the lower part of the illustration marked with orange. Illustration: Uppsala kommun (Uppsala kommun 2015b, s. 5).



Zoom in on the chosen area with the square in purple.

Aim and research questions

The aim is to propose a design on the planned square in Ulleråker, Uppsala, with sustainable water solutions by using experiences of three example projects where action has been taken to prevent percolation.

Uppsala municipality's document Planprogram of Ulleråker is the basis for what values that is to be lifted on the location where actions to find solutions that prevent contagions to reach the drinking water is at focus, research questions to answer is:

- How can a design with sustainable storm water solutions be done on the planned square in Ulleråker, Uppsala, that also meet requirements posed by Uppsala municipality in the areas planprogram?
- What solutions have other projects used where sustainable storm water principles is used and the requirements are similar to those in Ulleråker and how have these solutions impacted the final design?
- What experiences do the people who have developed the solutions in these projects considering execution and implementation?

Method

The essay is divided in to three parts where the Pre-study contains a study of literature in storm water principles, a study of three example projects, interviews with people that have been a part of developing the solutions of the example projects and a place study of the study area. Part two contains the design proposal and part three handle discussions.

Each method is chosen to deepen the understanding of sustainable storm water principles, evaluate the experiences from designing them and learn more about the chosen areas demands and qualities.

Literature

To gain a deeper understanding of storm water and sustainable storm water principles a literature study was performed. It handled both Swedish and foreign literature which was found using Google Scholar, LIBRIS, SLU search pages Primo and Epsilon, Google and references in literature found using search methods as described above.

Example projects

Three example projects where chosen. These where suggested by Irina Persson at Sweco Environment AB in Uppsala. She has been involved in developing the solutions and overall plan of two of the projects (Hagastaden and Norra Djurgårdsstaden). The third (Norra Rosendal) is a project that she has knowledge of by her own work with the principle for Ulleråker.

Interviews

As the subjects' methods and processes are developing a decision was taken to interview persons that has been involved in developing the solutions in the example projects. Through these a current view of the subject and experiences could be collected. The persons that where interviewed was chosen based on their specific knowledge in storm water principles and their participation in the example projects.

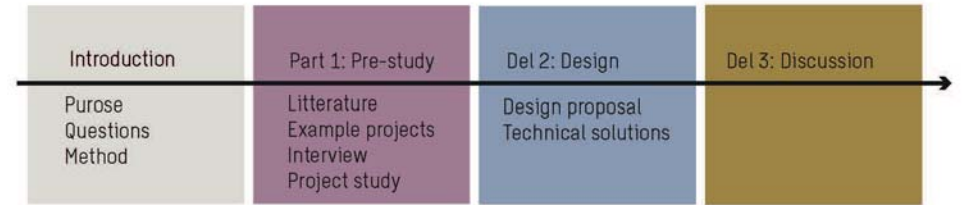
People interviewed was:  
Anton Thörne, Temagruppen - Landscape architect involved in Norra Rosendal project.  
Björn Embrén, Stockholm city - Tree expert involved most projects in Stockholm.  
Gösta Olsson, Stockholm city - Landscape architect involved in Norra Djurgårdsstaden.  
Kent Fridell, Tengbomgruppen AB/SLU - Stormwater consultant involved in Norra Rosendal.  
Örjan Stål, VIÖS AB/SLU - Landscape architect involved in Norra Djurgårdsstaden and Norra Rosendal.

Place study

To be able to design a proposal for the chosen location in Ulleråker a place study was executed. It had the purpose to deepen the understanding of sight specific conditions and was divided into two parts. First, inventory and second analysis.

Pre-study

The pre-study contains results from literature, example projects, interviews and place study.



The essay is divided in to three parts with an introduction part.



Literature

Climate change is causing an increase in rainfall with extreme weathers such as down-pours. This increase is followed by flooding’s and high amounts of surface runoff.

Surface runoff can contain high amounts of pollutions which is close connected to the amount of hard surfaces the rain runs over. It is also depending on the amount of urbani-zation, where traffic causes higher amounts of pollution in the storm water.

In urban areas the proportion of green surfaces is lower than in nature, leading to a lower degree of infiltration. This surplus water have traditionally been transported directly to the closest waterbody, not considering the waterbody’s ecological condition.

Recently, new transport systems have been developed where highly polluted storm water are treated in purifier plants. However, when downpours occur the capacity of the plant is reached leading to emissions of pollutant in nearby basements and waterbodies. Sustainable storm water principles aim to reduce the amount of surface runoff, prevent pollutants to reach waterbodies and display the storm waters process through nature.

The basis is to mimic nature’s own processes and enable infiltration. However, in Uller-åker the requirement from the municipality is that no water is to be infiltrated where it can reach the drinking water.

Bioretention is a principal that mimic nature’s process of rainfall, infiltrating it through soil with plants in. The principal has five different solutions depending on locations and ability to infiltrate in existing ground. Two describes non permeable solutions where a non-permeable canvas is placed in the bottom and drainage pipes transport the water to a pond or purifier plant.

Bioretention slows down and decreases the amount of storm water reaching the puri-fier plant.

Example projects

Three example projects are analyzed regarding the overall storm water principal, the solu-tion and the solutions impact on the final design.

- The main ideas and solutions that where found from analyzing the example projects are:
- Sand filters take little room but do not enhance the water.
  - Stormwater can be used for irrigation, design and to enhance biodiversity.
  - Sediment separation before the bioretention planter increases the purifying effect.
  - Hard surface gutters demands a lot of room but enhances the water well.
  - Large bioretention planters gives more possibilities to place trees and greenery more freely and can also create the feeling of a park.

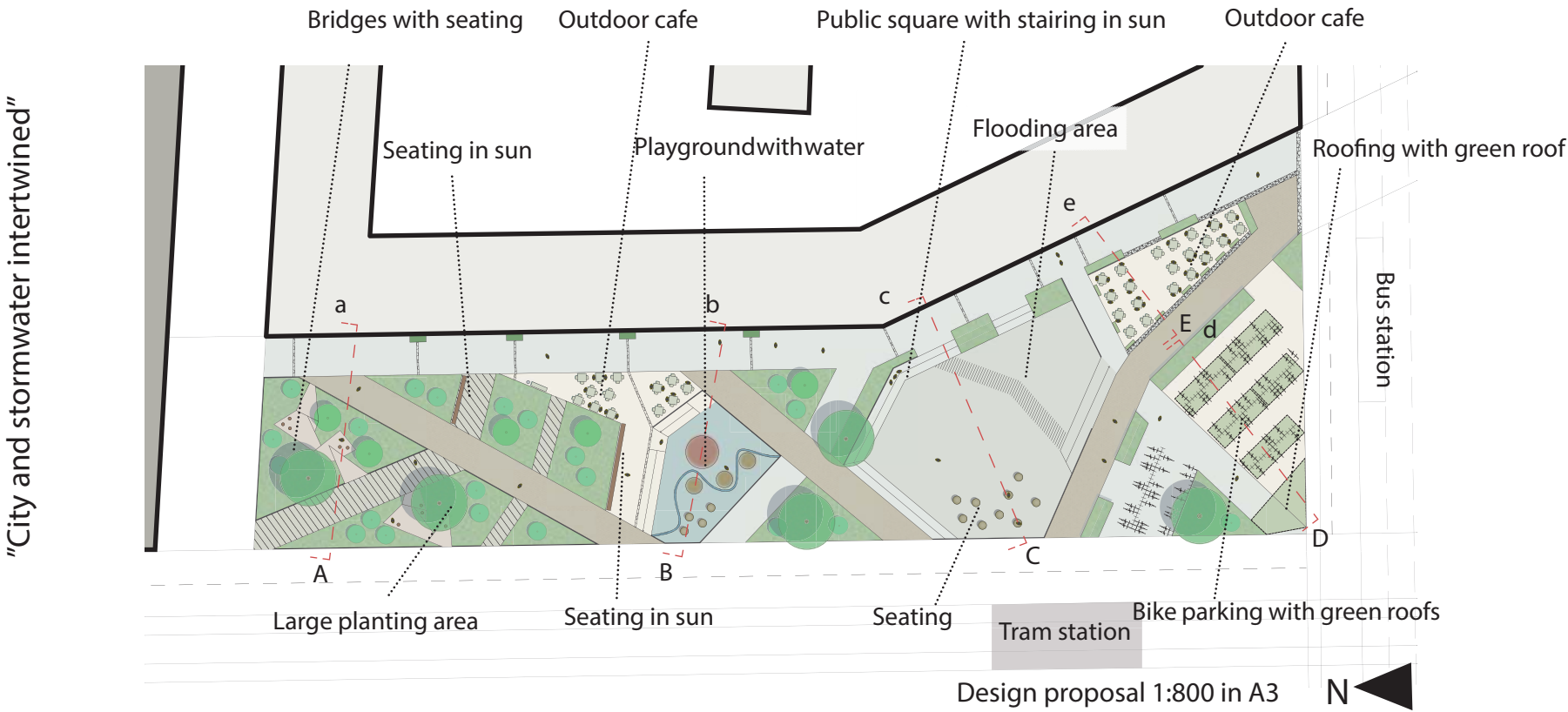
Interviews

- Five people are interviewed regarding their experiences from developing storm water principles and solutions in the example projects.
- Some main points and experiences that where lifted are:
- It is important to early in the process do an elevation plan.
  - It is a challenge to keep the strain of thought during the whole process and to get all participants to work towards a common goal.
  - If you wish to reduce pollutants, it is good to use surface gutters.
  - You need to know what the receiving water shed is.
  - You can never know to a 100% that your solution is non permeable. You need to make sure that some leakage is okay and to what extent.
  - It can be an alternative to invest money in upgrading old storm water systems rather than investing in new expensive innovative solutions close by.
  - Bioretention planters slows down and decreases the amount of storm water as well as purifies it to some extent.

Place study

In the place study two documents from Uppsala municipality and documents regarding water protection from Sweco Environment are used.

The municipality list a number of values that is to be considered. These values are combined with requests regarding drinking water safety and sight specific conditions such as elevations, sun exposure and planned functions on and around the square.



The proposal includes three different bioretentionsolutions that are located in three areas of the square creating a gradient from green to gray. The func-tions proposed by the program is located with consideration to distance to the tramstation, facades and other functions.

Program

- A program is formulated to make sure that values and requirements are taken care off:
- Have a large open area that can hold a large number of people
  - Make sure that the liable paths are taken in consideration
  - Have seating in sun
  - Have seating by a playground
  - Offer calm seating
  - Have free sight from the square towards the tram station
  - Public seating at strategic places
  - Offer many bike stands
  - Prevent pollution to infiltrate
  - Offer somewhere to stand under roofing
  - Bioretention planters that delay, purify and slow down storm water run-off.
  - Can handle a rain with recurrence of 10 years
  - Takes care of the roof-runoff
  - Have a water attraction

Design proposal

The proposal uses straight lines and priorities paths between the stations and nearby multisto-ry parking’s as well as the businesses in the houses surrounding the square.

The square is divided into three catchment areas where the public square is designed to hold the combined volume of storm water for catchment area 1 and 2. Catchment area 3 is the southern outdoor cafe and bike parking’s, it delay its own runoff.

The playground is carefully sunken to hold some storm water for play.

Three different bioretention solutions are represented in the design proposal. Each inspired on the example solutions, but remodeled to fit the specific conditions at this location and design requests.

Discussion

The aim is to propose a design on a planned square in Ulleråker, Uppsala, by identifying problems and summarize solutions that exist in three example projects where action has been taken to prevent percolation.

**How can a design with sustainable storm water solutions be done on the planned square in Ulleråker, Uppsala, that also meet requirements posed by Uppsala municipality in the areas planprogram?**

Literature initially gave a whole lot of information about storm water and sustainable storm water principles leading to bioretention planters. Two of these were non permeable. The interviews also gave knowledge about experiences from people designing these non-per-meable solutions. The ideas and experiences was later intertwined with the program. The design proposal is based on the program which is formulated on information in Uppsala municipality’s documents regarding Södra staden and Ulleråker.

**What solutions have other projects used where sustainable storm water principles is used and the requirements are similar to those in Ulleråker and how have these solutions impacted the final design?**

The example projects gave example on how other people have solved complex storm water issues where infiltration is not suitable. A number of points where summarized on how different solutions effect the final design and how they can be perceived.

**What experiences do the people who have developed the solutions in these projects consi-dering execution and implementation?**

Interviews where held with a number of people that has participated in designing solutions for the example projects. It gave insight in the complexity of sustainable storm water planning and design.

It is a challenge to keep the strain of thought during the whole process and to get all partici-pants to work towards a common goal.

# Sammandrag

Att ha förståelse för och veta hur klimatförändringar går att bemöta är för landskapsarkitekter en viktig fråga.

Syftet med detta arbete är att utforma en gestaltning med öppen dagvattenhantering genom att använda erfarenheter och lösningar från tre projekt där öppen dagvattenhantering använts och särskilda åtgärder tagits för att förhindra perkolation.

Med hjälp av litteratur inom hållbar dagvattenhantering, intervjuer med personer med erfarenheter av projekt i Sverige och studie av tre förebildsprojekt samlas och utvärderas exempel på lösningar. Med dessa vill jag identifiera problematiken och sammanfatta de lösningar som finns gällande dagvattenhantering i ett föränderligt klimat där stadsbyggande på känslig mark blir en konsekvens av en ökad urbanisering. Detta genom att föreslå en gestaltning på ett planerat torg i Ulleråker, Uppsala, där dricksvattentäkten riskerar att bli kontaminerad om inte stor försiktighet företas.

Uppsala kommuns Planprogram för Ulleråker ligger som grund för vilka värden som ska lyftas på platsen där stort fokus ligger på att hitta en lösning som förhindrar föroreningar att nå dricksvattentäkten under den valda platsen.

Ett program formuleras för att underlätta arbetet med att ta fram ett gestaltungsförslag som fungerar vägledande och säkerställer att förslaget tar tillvara på Uppsalas kommuns uppställda önskemål och krav.

Med grund i att det ska vara ett stadsdelstorg med ”puls” i en modern stadsdel utgås det från ett formstarkt formspråk som utmärker sig i staden vilket även överensstämmer med Uppsala kommuns önskan som framgår i den fördjupade översiktsplanen för Södra staden.

Torget lokalisering mellan två hållplatser med både parkeringshus, verksamheter och förskolor i närheten gör det viktigt med tydliga stråk som kopplar dessa samman. Ytor i sol anses lämpliga att inhysa uteserveringar på. Även en lekya, väderskydd, offentliga sittplatser och en torgyta inryms på stadsdelstorget.

De lösningar som utvärderats i förebildsprojekten anpassas för att passa på stadsdelstorget och en övergripande höjdsättning med en avrinningsprincip arbetas fram för att säkerställa att det dagvatten som stadsdelstorget orsakar ska omhändertas på ett hållbart sätt enligt de principer som framgått under litteraturstudien.



Figur 1. Arbetet delades in i tre delar med ett inledningsavsnitt. Förstudie inkluderar litteraturstudie, studie av förebildsprojekt, intervjuer och en platsstudie av Ulleråker med inventering och analys. Den andra delen innefattar gestaltungsförslaget med tekniska lösningar och den tredje delen hanterar diskussion.



# Innehåll

Ordförklaring	8
---------------	---

Inledning	9
-----------	---

Ämnesinriktning	10
Problemformulering	11
Syfte	11
Huvudfrågeställning	11
Delfrågor	11
Samarbetet med Sweco	11
Metod och arbetsgång	12
Litteratursökning	12
Studie av tre förebildsprojekt	12
Val av förebilder	12
Intervjuer	12
Val av intervjupersoner	12
Intervjufrågor	12
Platsstudie: Ulleråker	12
Val av plats	12
Inventering	
Analys	
Gestaltning	12
Tekniska lösningar	12
Avgränsningar	12

Del 1: Förstudie	13
------------------	----

Bakgrund dagvatten	14
Grå-gröna systemlösningar för hållbara städer	15
Biofilter	15
Biofilters lämplighet i Ulleråker	15
Tre projekt i Sverige	16
Norra Djurgårdsstaden	16
Hagastaden	17
Norra Rosendal	18
Analys av de tre förebildsprojekten	19
Vilka erfarenheter finns från projekt i Sverige?	20
Resultat från intervjuer	20
Analys intervjuer	21
Ulleråker: Att gestalta för framtiden	22
Inventering	22
Uppsala kommun	22
Stadsbyggnadsprojektet Södra staden	22
Stadsdelsprojektet Ulleråker: Strategier	22
Höjder	23
Dagvattenhantering	23
Rening	23
Analys	23
Programformulering för gestaltningens utformande	24
Program	24
Gestaltningsprocessen	25

Del 2: Gestaltungsförslag	26
---------------------------	----

Gestaltungsförslagets utformande	27
Gröna rummet	28
Lek och uteservering	29
Torget	30
Cykelparkering och uteservering	31
Tekniska lösningar	32
Avrinning	32
Flöden	33
Utformning av växtbädd	34

Del 3: Diskussion	35
-------------------	----

Lärdomar	37
Slutord	37
Framtida frågeställningar	37

## Ordförklaring

---

1-års regn: I Uppsala motsvarar ett 1-års regn 20-25 mm nederbörd under loppet av 24 timmar. Dessa regn återkommer i genomsnitt en gång per år (SMHI 2012, s. 113).

10-års regn: I Uppsala motsvarar ett 10-års regn 40-50 mm nederbörd under loppet av 24 timmar. Dessa regn återkommer i genomsnitt en gång var tionde år (SMHI 2012, s. 113).

Biofilter: En teknik för att behandla föroreningar i dagvatten med hjälp av biologiska processer där växter bl.a. tar upp och bryter ner föroreningar (Lindfors m fl. 2014, s. 65).

Bioretention: Engelskans ord för biofilter med samma innebörd (Lindfors m fl. 2014, s. 33).

Bräddning/bräddavlopp: Ett bräddavlopp är en regleringsanordning som möjliggör att vatten kan avledas till reningsverk eller till recipient, direkt eller via dagvattenledning. Bräddning sker när bräddloppsanordningens förutbestämda flöde överskrids (Lindfors m fl. 2014, s. 65).

Dagvatten: Nederbörd som landar på hårdgjorda ytor i urban miljö (Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007, s. 323)

Duplikatsystem: Vattenledningssystem där spillvatten från hushåll och dagvatten skiljs åt i olika ledningar (Stahre 2004, s. 9).

Hållbar dagvattenhantering: Synonym till öppen dagvattenhantering (Stahre 2004, s. 19).

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, t ex vattnets nedträngande i marken (Lindfors m fl. 2014, s. 65).

Perkolation: Markvattnets nedåtriktade rörelse från den omättade zonen (övre delen i en växtbädd) till grundvattenzonen (Lindfors m fl. 2014, s. 65).

Raingarden: Engelskans ord för regnträdgård (se. nedan).

Recipient: Det vattensystem som tar emot dagvattnet t.ex. en sjö eller ett hav (Lönngren 2001, s. 27).

Regnträdgård: Populär benämning av biofilter med samma innebörd (Lindfors m fl. 2014, s. 33).

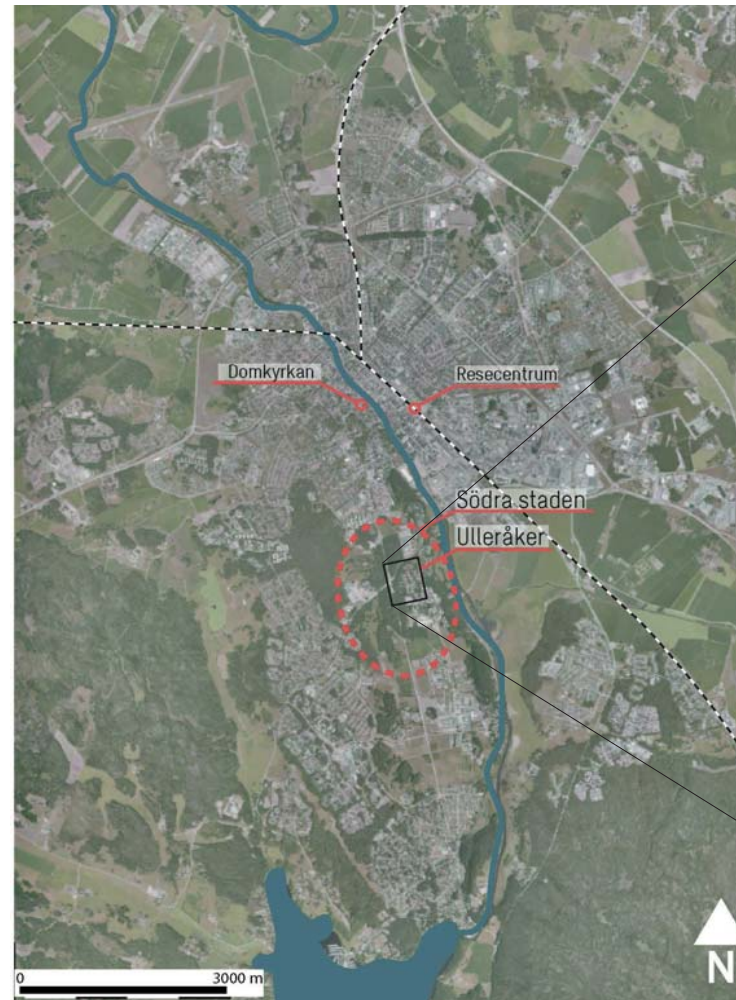
Öppen dagvattenhantering: Ett samlingsnamn på olika anläggningar för omhändertagande, fördröjning och magasinering av dagvatten i helt eller delvis öppna system (Stahre 2004, s. 19).



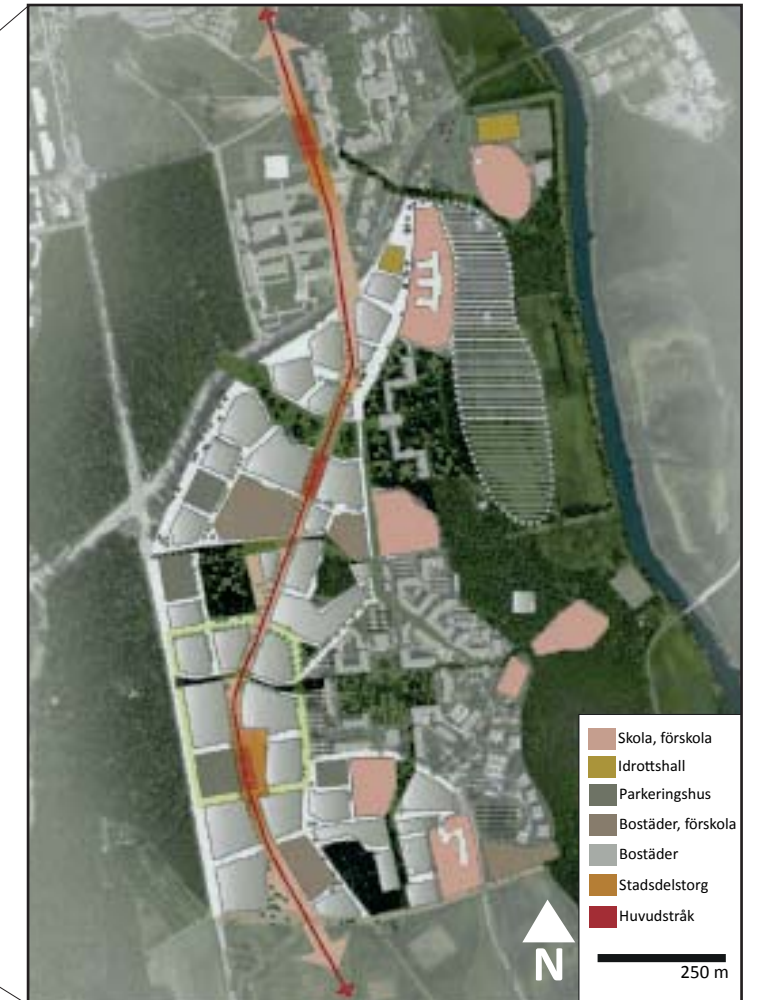
## Inledning

”Ulleråker är en nära stadsdel för hela livet. En plats för en enkel och hållbar vardag med stadens puls och naturens lugn. Här är cykeln och kollektivtrafiken ett förstahandsval varje dag. Mellan de två universiteten möts människor för att skapa morgondagens idéer. Ulleråker är en modern stadsdel på historisk mark.”

Vision för Ulleråker (Uppsala kommun 2015b, s. 17)



Figur 2. Södra staden och Ulleråkers läge i Uppsala i förhållande till Resecentrum och Domkyrkan. Källa: © Lantmäteriet i2014/764, med tillägg av författaren.



Figur 3. Förslag på struktur inom Ulleråker med huvudstråket markerat med en röd linje som det såg ut 2015-05-21. Illustration: Uppsala kommun (Uppsala kommun 2015b, s. 5).

Ett intensivt arbete pågår just nu på global, nationell och lokal nivå med att hantera klimatförändringarna och dess konsekvenser. Europeiska miljöbyrån (2015, s. 9) samt Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007, s. 12) fastslår dock att det endast går att hejda utvecklingen, inte reversera den. Därför måste vi hitta ett sätt att anpassa oss till det redan förändrade klimatet (Europeiska miljöbyrån 2015, ss. 5-7). Att ha kunskap kring hur vi kan hantera de klimatscenario som förutspås är därför essentiellt för planerare tillika landskapsarkitekter.

Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007, s. 82) belyser Skandinavians utsatta roll, då EU-kommissionen har pekat ut området som ett av Europas mest utsatta i fråga om ökad nederbörd.

Dagvatten i form av nederbörd som landar på hårdgjorda ytor i urban miljö når i stora mängder vatten- och avloppsnet för snabbt idag, vilket leder till översvämningar och förorening av vattendrag (Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007, s. 323). Ett behov finns därför att infiltrera, fördröja och lagra vattnet lokalt (Boverket, 2010, s. 35). När nya områden planeras är det alltså viktigt att se till de övergripande grönstrukturerna och möjliggöra nya lösningar för hur vatten och grönska inkorporeras i stadsbyggandet (Boverket 2010, s. 6). Gröna tak, gatuträd, fickparker, infiltrationsbäddar och annan fördröjning av vatten kan bli hållbara lösningar med sociala och ekologiska värden som dessutom bidrar till de boendes hälsa och välbefinnande (Boverket 2010, s. 7).

År 2010 bodde enligt FN (2010) halva jordens befolkning i städer och varje sekund ökar den urbana befolkningen med två personer. Denna snabba ökning skapar tillsammans med klimatförändringarna, ytterligare utmaningar där tillgång till rent vatten anses vara en av de största (Förenta nationerna 2010).

Europeiska miljöbyrån menar även att den allt större urbana befolkningen genom förändrad markanvändning påverkar naturens egen förmåga att rena vatten, som ytterligare bidrar till problematiken. Allt mer mark omvandlas till ogenomtränglig infrastruktur, såsom vägar, parkeringar och hus för att skapa bostäder och service till den växande staden (Europeiska

miljöbyrån 2015, s. 45). Om hänsyn inte tas vid denna markomvandling kan stadens vatten, våtmarker och naturområden förorenas, när ytavrinnande vatten och översvämmade avlopp för med sig föroreningar ner i närliggande mark, bäckar och vattendrag (Hunt & White 2001).

I Sverige används begreppet "hållbar dagvattenhantering" som innefattar många olika processer med syfte att dämpa denna spridning av föroreningar och förekomst av ytavrinnande vatten (Stahre, 2005, s. 13).

#### Uppsala - Södra staden

Uppsala växer och för att möta de framtida behoven arbetar kommunen fram en fördjupad översiktsplan. I den lyfts det området som kallas Södra staden fram som ett av de viktigaste och största utvecklingsområdena (Uppsala kommun 2015a, s. 8). I Södra staden planeras nästan 25 000 nya bostäder (Uppsala kommun 2015a, s. 9).

#### Ulleråker

Ulleråker är ett av åtta områden som innefattas av stadsbyggnadsprojektet Södra staden. Här kan omkring 6-8 000 nya bostäder byggas (Uppsala kommun 2015b, s. 8). Stora delar av Ulleråker ligger inom den inre skyddszonen för grundvattentäkt med direkt anslutning till den vattenlagrande åsen och åskärnan (Uppsala kommun 2015b, s. 15).

En tät modern stadsdel är planerad i Ulleråker, vilken riskerar grundvattentäktens tjänlighet. Stor försiktighet måste därför iakttas för att säkerställa grundvattnets kvalitet (Uppsala kommun 2015b, ss. 15-16). Krav har därför ställts av Uppsala kommun att hitta nya innovativa lösningar för dagvattenhantering som inte tillåter eventuellt förorenat vatten att perkolera ner i marken där det kan nå dricksvattentäkten (Sweco Environment 2015, opublicerat manuskript).

#### Huvudstråket med stadsdelstorg

Inom det planerade området i Ulleråker ska ett kollektivtrafikstråk placeras centralt, för att möjliggöra nära förbindelse till kollektivtrafik och hållbart resande. Längs detta stråk kommer olika mötesplatser med service, kultur och verksamheter etableras (Uppsala kommun 2015b, s. 4). Vid hållplatsen i söder kommer fokus att ligga på kommersiell service med ett torg som kommer utgöra stadsdelens viktigaste nod (Uppsala kommun 2015b, s. 26). I detta arbete kommer detta torg att benämnas stadsdelstorg.

### Ämnesinriktning

I detta arbete vill jag beskriva och analysera hur öppen dagvattenhantering används i Sverige idag där särskild hänsyn måste tas till grundvattnet och perkolation är mindre lämplig samt vilka erfarenheter som finns från tre valda projekt. Jag vill sedan med dessa som grund utforma ett gestaltungsförslag anpassat till stadsdelstorget där de olika lösningarna används.



### Problemformulering

I och med ökad nederbörd och den ökande urbaniseringen kommer vi på sikt att lida brist på lämplig mark att bygga på i redan etablerade städer. Utvägen blir som det ser ut idag att vi bygger på allt mer riskabla platser, med utmaningar så som dem i Ulleråker, där dricks-vattentäkter eller andra hinder gör det olämpligt att infiltrera dagvatten i befintlig terräng. Vilka lösningar som finns att tillgå och vilka erfarenheter de som genomfört dem har är då värdefulla att ha större kunskap om.

#### Landskapsarkitektens roll

Att dagvattenhanterings-problematiken kopplat till klimatförändringarna är en het fråga inom Landskapsarkitekturen har kunnat observeras i den allmänna diskursen och inte allra minst på Landskapsarkitektutbildningen där frågan ofta kommer upp. Dagvatten-frågan berör Landskapsarkitekter som jobbar i alla nivåer i beslutskedjan, både de inom kommunal planering och de som gestaltar platser som inkorporerar hållbar dagvattenhantering.

### Syfte

Att gestalta ett idéförslag för det blivande stadsdelstorget i Ulleråker med öppen dagvattenhantering i fokus enligt Uppsala kommuns krav och önskemål, med inspiration av erfarenheter från tidigare svenska projekt med öppen dagvattenhantering för de tekniska lösningarna.

### Huvudfrågeställning

- Hur kan en gestaltning med öppna dagvattenlösningar utformas på det planerade stadsdelstorget i Ulleråker, Uppsala, som svarar mot de krav och önskemål som formulerats i *Fördjupad översiktsplan över Södra staden* samt i *Planprogram för Ulleråker*?

### Delfrågor

- Hur har andra använt öppna dagvattenlösningar i projekt med liknande förutsättningar som i Ulleråker och hur har dessa lösningar påverkat gestaltningens utformning?
- Vilka erfarenheter av framtagande och utförande har de som utformat dessa lösningar?

### Samarbetet med Sweco

Under den tid som detta arbete skrevs erbjöd Sweco Architects AB i Uppsala mig en arbetsstation att sitta vid.

Sweco har fått i uppdrag att bistå stadsbyggnadsförvaltningen i Uppsala med underlagsutredningar till planprogrammet. Sweco Environment AB har även tagit fram en riskanalys som belyser och beskriver risker för grundvattnet utifrån den utveckling av området som föreslås i planprogrammet. Irina Persson arbetar med dagvattenfrågor ur ett tekniskt perspektiv. Hon har varit ansvarig för dokumentet ”Hållbar vattenmiljö i Ulleråker” samt tagit fram dagvattenutredningen. Dag Sundberg är Landskapsarkitekt LAR/MSA samt studiochef på Sweco Architects Uppsala.

### Avgränsningar

Arbetet planerades att ta 20 veckor, varav 5 veckor kom att ägnas åt insamling av fakta samt erfarenheter kring användandet och utformning av öppen dagvattenhantering. Det lyfter därför inte samtliga projekt som finns i Sverige eller rådfrågar alla kunniga inom ämnet, utan berör ett strategiskt urval att projekt och referenser.

Gestaltningsförslaget tar upp tekniska lösningar för dagvattenhantering, där öppna dagvattenlösningar är huvudfokus. Andra lösningar som eventuellt också hade varit lämpliga faller utanför ramen för detta arbete.

Arbetet avgränsas geografiskt till den yta som faller innanför byggnader och gator runt stadsdelstorget. Angränsande gators utformning och dagvattenhantering inkorporeras därför inte. Arbetet utgår från de premisser som ställts upp av Uppsala kommun i det planprogram som gäller för området. Det är även detta program som anger vilka värden som lyfts i gestaltningen.

## Metod och arbetsgång

I följande kapitel beskrivs de metoder som använts för informationsinsamling, analys och gestaltning.

*För att få både en övergripande uppfattning av hållbar dagvattenhantering, en detaljerad bild av specifika tekniska lösningar och en insyn i erfarenheter av förebildsprojekten valdes fyra olika metoder.*

### Litteratursökning

För att få djupare förståelse av öppen dagvattenhantering utfördes initialt en litteratur-sökning. Denna innefattade både svenska och utländska resultat. Litteraturen hittades via Google Scholar, LIBRIS, Sveriges Lantbruksuniversitets sökfunktioner Primo och Epsilon, sökmotorn Google samt via källförteckningar i tidigare arbeten inom ämnet som iden-tifierats genom sökning via tidigare nämnda sökvägar. Litteraturen utgjordes främst av examensarbeten, rapporter, tryckta böcker, avhandlingar och hemsidor.

Sökord: bioretention, curves, dagvattenhantering, Hagastaden, hållbar dagvattenhante-ring, infiltrationsyta, Raingarden, regnträdgård, Rosendal + dagvatten, Norra Djurgårds-staden + dagvatten,

### Studie av tre förebildsprojekt

För att förstå de lösningar som används i svenskt klimat valdes tre förebildsprojekt ut. Fokus för studien låg på den övergripande planen för dagvattenhanteringen och de tekniska lösningarna. Detta utfördes genom att söka på vartdera projekts namn i sökmo-torn Google för att finna styrande dokument rörande utformningen av lösningarna i projektet. För Hagastaden användes även opublicerat material som Irina Persson tillhan-dahöll. Information kring dagvattenlösning i Norra Rosendal gavs av Kent Fridell under intervju den 16 januari 2016. Genom platsbesök i Norra Djurgårdsstaden, undersöktes även hur lösningen påverkade det offentliga rummet, vilket intryck den gav och hur den påverkade gestaltningen.

### Val av förebilder

De tre valda projekten lyftes som lämpliga av Irina Persson under ett möte den 4 november med avseende på deras komplexitet. Irina Persson har själv arbetat med framtagandet av en del av dem (Norra Djurgårdsstaden, Hagastaden) och har genom sitt arbete med dagvatten kommit i kontakt med det tredje (Rosendal). Samtliga projekt berör nya lösningar, där hållbar dagvattenhantering är i fokus i kombination med att en risk för kontamination av grundvattnet föreligger. Projekten är även kronologiska i tid där bygg-nation av Norra Djurgårdsstaden påbörjades 2010, Hagastadens detaljplan vann laga kraft 2011 och Norra Rosendals detaljplan vann laga kraft 2012.

Byggnation av både Hagastaden och Norra Rosendal har till viss del påbörjats men stora delar är fortfarande under planering.

*Norra Djurgårdsstaden (infiltration i växtbäddar på förorenad mark)*  
Norra Djurgårdsstaden är ett stort stadsdelsprojekt i Stockholm där hållbar dagvattenhan-tering är i fokus samt föroreningar i underliggande mark gör det olämpligt att infiltrera dagvatten.

*Hagastaden (bjälklag)*  
Hagastaden är ett stort stadsbyggnadsprojekt i Stockholm som till stor del kommer byggas på bjälklag, varför infiltration inte är möjlig.

*Norra Rosendal (infiltration i växtbäddar vid dricksvattentäkt)*  
Norra Rosendal är en del av stadsbyggnadsprojektet Södra staden i Uppsala. Rosendal har kommit lite längre i planeringen än Ulleråker. Området ligger inte i direkt kontakt med åsen och dricksvattentäkten, men särskild hänsyn måste ändå tas.

### Intervjuer

Eftersom att ämnet är av den karaktären att metoder och processer hela tiden utvecklas gjordes bedömningen att det var värdefullt att intervjua ett antal personer som är insatta och har arbetat i projekt som ligger i framkant när det gäller rening och fördröjning av dagvatten. På detta sätt kunde en aktuell bild av hur kunskapsläget idag ser ut skapas och erfarenheter samlas in. Intervjupersonerna blev kort introducerade till mitt arbete, där jag berättade om vilka projekt jag valt att titta närmare på, samt vad målet med mitt arbete var.

### Val av intervjupersoner

De personer som intervjuades valdes med hänsyn till deras specifika kompetens inom dagvat-tenhantering och identifierades genom deras delaktighet inom de utvalda förebildsprojekten. Det ansågs vara en fördel att de var utbildade landskapsarkitekter eller landskapsingenjörer för att bättre förstå vilka frågor som är viktiga och berör en landskapsarkitekt. Det var dessutom en fördel att de var specialiserade inom och hade erfarenhet av skilda områden inom dagvat-tenhantering.

*Anton Thörne, Temagruppen Uppsala*— Landskapsarkitekt i Rosendalsprojektet. Thörne arbetar i ett team på Temagruppen av gestaltande landskapsarkitekter för Norra Rosendal.

*Björn Embrén, Stockholm stad* – Trädexpert på Trafikkontoret. Embrén är upphovsman till ”Växtbäddar i Stockholm stad- en handbok” samt experimenterar med biokolsinblandade växtbäddar som syftar till att hantera dagvatten.

*Gösta Olsson, Stockholm stad*— Landskapsarkitekt på Exploateringskontoret. Olsson var delaktig i framtagandet av Norra Djurgårdsstadens dagvattenstrategi.

*Kent Fridell, Tengbomgruppen AB/SLU* – Dagvattenkonsult i Rosendalsprojektet. Fridell är landskapsingenjör med expertkompetens inom dagvattenhantering. Han är även forskare vid SLU Alnarp samt rådgivare åt Movium inom regnbäddar och biofilter.

*Örjan Stål, VIÖS AB/SLU* – Landskapsarkitekt. Stål var delaktig i framtagandet av Norra Djur-gårdsstadens dagvattenstrategi, ”Växtbäddar i Stockholm stad- en handbok” samt Uppsala kommuns trädhandbok. Stål är speciellt inriktad på träd i urban miljö med växtbäddar som huvudfokus. Han arbetar även som gästlärare på SLU Ultuna från oktober 2015.

### Intervjufrågor

Frågorna utformades med avsikt att fördjupa bilden av de utvalda förebildsprojekten och lyfta de erfarenheter som finns av planering och utformning av dem.

Intervjupersonen tilläts själv tolka vilken information som var viktig att lyfta och även att ta upp andra projekt och erfarenheter som de trodde kunde vara av intresse för detta arbete. Frågorna varierades med avseende på vem som intervjuades, för att passa deras specifika kompetens och de projekt de arbetat med.

Samtliga frågor som ställdes var:

- Vad är viktigast att tänka på vid utformning av hållbara dagvattenlösningar enligt dig?
- Vilka är de största utmaningarna du har stött på i ditt arbete med hållbar dagvattenhante-ring?
- Vilka begränsningar finns för infiltration i växtbäddar (bioretention)?
- Hur hanterade ni risken för kontamination genom oförutsedda utsläpp?
- Har du erfarenhet av täta växtbäddar?
- Hur tror du att du skulle göra om du ställdes det kravet?
- Vilka problem ser du vid täta lösningar, där infiltrering inte får ske?
- Hur har ni jobbat med att förebygga att framtida skador på duk och konstruktion?
- Vad tror du om framtidens dagvattenhantering? Hur gör vi då?
- Varför bygger vi där det är känsligt? (ex. förorenad mark, på dricksvattentäkter)
- Ser du några designmässiga hinder när man gestaltar hållbara dagvattenlösningar?

### Platsstudie: Ulleråker

För att kunna ta fram ett gestaltungsförslag på den utvalda platsen i Ulleråker utfördes en platsstudie. Denna förväntades ge en djupare förståelse för området och dess specifika förhål-landen. Platsstudien utfördes i två steg bestående av inventering och analys vilka förklaras närmre lite längre ner i detta kapitel.

### Val av plats

Att arbetet skulle innefatta en gestaltning av öppen dagvattenhantering på en offentlig yta var en utgångspunkt. Sweco i Uppsala kontaktades och tillsammans med Dag Sundberg och Irina Persson identifierades projektet i Ulleråker.

Irina Persson var då ansvarig för arbetet med att ta fram en riskanalys på uppdrag av Uppsala kommun och ansåg att projektet innehöll en intressant och aktuell problembild vars lösningar hon trodde kunde vara mycket värdefulla för en landskapsarkitekt att vara insatt i.

### Inventering

Södra staden och Ulleråker var fortfarande i planeringsfas när detta arbete skrevs varför större delen av inventeringen kom att bestå av att studera dokument rörande projektet. Information rörande tänkta höjder, dagvatten, trafik och offentliga platser inom huvudstråkets sträckning samlades in för att utgöra underlag i analys och gestaltning.

Fördjudap översiktsplan för Södra staden (Uppsala kommun 2015a) och Planprogram för Ulleråker (Uppsala kommun 2015b) samt dokument tillhandahållna av Sweco rörande projektet utgör huvudsakliga informationskällor. Inventeringen förväntades att bidra till en djupare förståelse för området och dess förutsättningar.

### Analys

Information rörande höjder, dagvatten, trafik och offentliga platser står som grund för analysen. Funktioner som traditionellt finns på offentliga platser och påverkar platsens utformning togs upp i en programskiss som vidare resulterade i en programformulering som sammanfattade projektets möjligheter och begränsningar. Programformuleringen var sedan vägledande i den senare gestaltningsprocessen.

### Gestaltning

Gestaltningen berör den del av huvudstråket som utgörs av det stadsdelstorg som definieras av planprogrammet för Ulleråker, där hanteringen av dagvatten ligger i fokus, såväl som plats-bildningens funktion och utseende i stort. Som grund i gestaltningen ligger strukturplanen från den 17/12 2015 (Sweco Architects 2015, opublicerat manuskript).

Inför gestaltningsprocessen togs i analysskedet en programformulering fram som användes för att identifiera de behov som fanns på platsen. Ytan delades till en början in i olika områden, där torg, offentliga sittplatser, uteservering, lektyta och cykelparkering utgjorde huvudfunktioner. Ytorna placerades ut efter premisserna väderstreck, behov av närhet till hållplats och närhet till kommersiell service där cykelparkeringen bedömdes behöva ligga nära hållplatsen och uteserveringarna vara nära fasad där kommersiell service kan tänkas vara lokaliserad.

En övergripande höjdsättning gjordes därefter över torget för att sätta en allmän princip för hur dagvattnet kunde transporteras och omhändertas på ytan. Av höjdsättningen framgick det att den tänkta distributionen av funktioner inte skulle fungera och placeringen av funktioner skissades om. Gestaltningen utformades utifrån de stadsbyggnadsprinciper som beskrivs av programformuleringen där hela torgytan kom att delas in i tre delar som vardera represen-teras av en specifik dagvattenlösning. Av utvärderingen av lösningar i förstudien kunde då lösningar som gav olika gestaltningsuttryck väljas. Detta medförde att de tre olika delarna kom att bilda en gradient av andel hårdgjord yta vs. växtbeklädd yta där den norra delen utgörs av en lösning med mycket grönt och den södra delen av en lösning med mycket hårdgjort.

### Tekniska lösningar

Volymsberäkningar för gestaltningen gjordes med hjälp av Philip Karlsson på Sweco Environ-ment AB i Uppsala med hjälp av dagvattenberäkningsmodellen Stormtac.

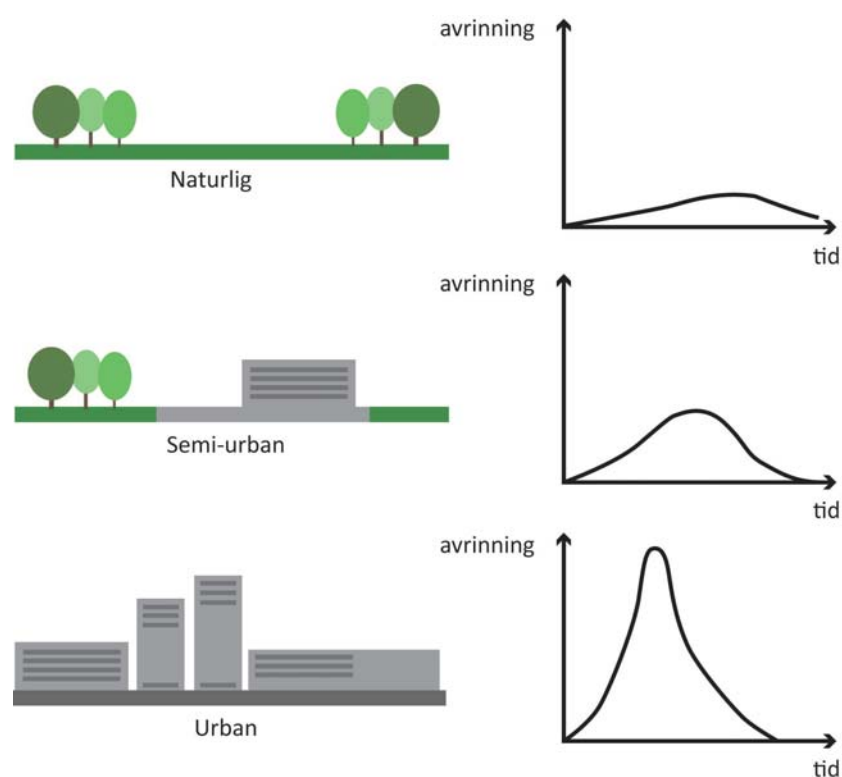
Till beräkningarna användes ungefärliga siffror på hårdgjorda ytor, gröna ytor och avstånd. Tre olika volymer ansågs vara intressanta. Dels en total volym för hela ytan för att få reda på hur mycket vatten som skulle hanteras, dels hur stor volym som fördröjs på vartdera delom-råde vid ett 1-års regn och dels hur stor volym som fördröjs på vardera delområde vid ett 10-års regn (med en antagen brunnkapacitet).



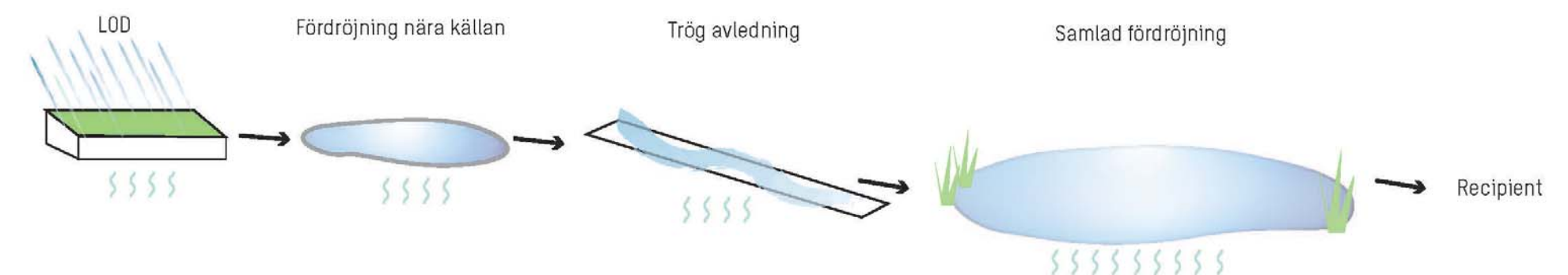
## Del 1: Förstudie

---

I detta kapitel presenteras en kortfattad sammanfattning av information som samlades in under litteratursökningen. De tre förebildsprojekten redovisas därefter med en inventering av dagvattensystem och analys över dess påverkan på gestaltningen. Efter det följer en redogörelse samt analys av intervjuerna.



Figur 4. Effekten av urbanisering på avrinning. Urban mark som är hårdgjord har en större volym avrinnande dagvatten under kortare tid än naturlig mark. Illustration: Författaren efter Godecke 2010, s. 3.



Figur 5. De olika processerna som bygger en hållbar dagvattenhantering enligt Stahre. LOD med syfte att samla nederbörden snabbt efter regn så som gröna tak, infiltration och bevattning. Fördröjning nära källan vilken kan exemplifieras av genomsläpplig markbeläggning, tillfälliga uppdämningsdammar i hårdgjorda ytor och permanenta vattenspeglar. Trög avledning ersätter de konventionella avledningssystemen med rör med främst svackdiken och olika typer av öppna kanaler eller bäckar och diken. Samlad fördröjning utgör en sista process dit vattnet leds för att sedimentera och infiltrera, denna kan utgöras av dammar eller våtmarksområden. Illustration: Författaren efter Stahre 2011, s. 19.



Bild 1-6. Exempel på olika lösningar som föreslås av Stahre (2011). Exempler visar på en stor variation i utformningar. 1) Genomsläpplig markbeläggning, 2&3) hårdgjorda rännor, 4) svackdike, 5) permanent vattenspegel, 6) tillfällig uppsamling på hårdgjord mark. Källa: Creative commons

## Bakgrund dagvatten

Nedan presenteras en kortare introduktion till dagvatten och hanteringen av den i urban miljö. Hur dagvatten har omhändertagits historiskt och varför det anses viktigt att utveckla en ny strategi för omhändertagandet.

### Klimatförändringarna påverkar nederbörden

Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007, s. 12) konstaterar att klimatförändringarna bidrar till bland annat högre temperaturer och kraftigare regn. Enligt dem har Sverige från ett 100-års perspektiv de senaste 15 åren haft ovanligt höga temperaturer och förhöjda nederbörds mängder. Fortsatta ökade nederbörds mängder är framförallt att vänta under höst, vinter och vår då extrema väder, såsom skyfall och intensiva regn kommer bli allt vanligare (Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007, s. 13).

Lokala skyfall föranleder en högre översvämningsrisk och större ytavrinning, där förorening av vattentäkter och grundvatten riskerar att slå ut dricksvattenförsörjningen, varför skydd av vattentäkter blir ännu viktigare i samband med klimatförändringarna (Klimat- och sårbarhetsutredningen 2007, s. 281).

### Dagvattnet och föroreningar

Vatten som ytavrinner kan innehålla olika sorter av föroreningar, beroende på i vilken miljö den rinner (Lönngren 2001, s. 26). Dagvatten som rinner genom bostadsområden med villor är ofta ganska rent, medan dagvatten i staden med parkeringar och vägar ofta är förorenat (Lönngren 2001, s. 26).

Förorenat dagvatten har sedan 1970-talet ansetts utgöra ett miljöproblem (Godecke 2010, s. 3). Några av de föroreningar som förekommer i dagvatten från trafik är tungmetaller, kväve och olja (Lönngren 2001, s. 27). Förekomsten är starkt ihopkopplad med måttet av urbanisering och förekomsten av föroreningskällor (Lönngren 2001, s. 27).

### Dagvatten i urbana miljöer

I urbana miljöer, där allt fler ytor hårdgörs, förändras infiltrationsförmågan till det sämre. Detta medför ökad ytavrinning, vilket i sin tur leder till större volymer ofta förorenat vatten som måste tas om hand om (Stahre 2004, s. 9).

Traditionellt sätt har dessa vattenmassor, tillsammans med spillvatten från hushåll, kopplats direkt till en recipient (mottagande vattendrag) för att effektivt bortföras, utan att hänsyn har tagits till påverkan på recipientens kvalitet enligt Stahre (2004, s. 9). Senare har så kallade duplikatsystem, där spillvatten från hushåll och dagvatten skiljts åt börjat byggas. Även rening av traditionella system har börjat utföras (Stahre 2004, s. 9). En blandning av de båda systemen finns därför i dagens städer.

De äldre systemen, som inte är anpassade till den ökade nederbörds mängden, överbelastas vid större regn, vilket tidvis leder till att avloppsvatten rinner ut i närliggande källare och vattendrag (Stahre 2004, s. 10). Urbant dagvatten har följaktligen bidragit till försämrade ekologiska förutsättningar i stadsnära vattendrag.

### Framtidens hållbara omhändertagande i urbana miljöer

Hållbar dagvattenhantering, även kallad ekologisk dagvattenhantering, fokuserar på processer som liknar de som finns naturligt (Stahre 2004, s. 5).

Denna går att indela i tre delar, som tillsammans bygger en långsiktigt hållbar hantering (Stahre 2004, s. 11). Denna uppdelning återfinns i en rad olika litteratur (Lönngren 2001; Stahre 2004; Godecke 2010).

Dessa delar inom dagvattenhantering är;

- reduktion av mängden ytavrinnande vatten i urbana miljöer,
- lägre halt förorenande ämnen i det avrinnande vattnet som når recipienter
- synliggörande och inorporering av dagvattnet i stadsbilden.

Hur detta kan genomföras finns det många exempel på. I En långsiktigt hållbar dagvattenhantering (Stahre 2004), presenteras ett antal processer som tillsammans kan bygga ett hållbart system.

I boken delas dagvattenhanteringen upp i LOD (Lokalt omhändertagande av dagvatten), fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning (Stahre 2004, s. 19).

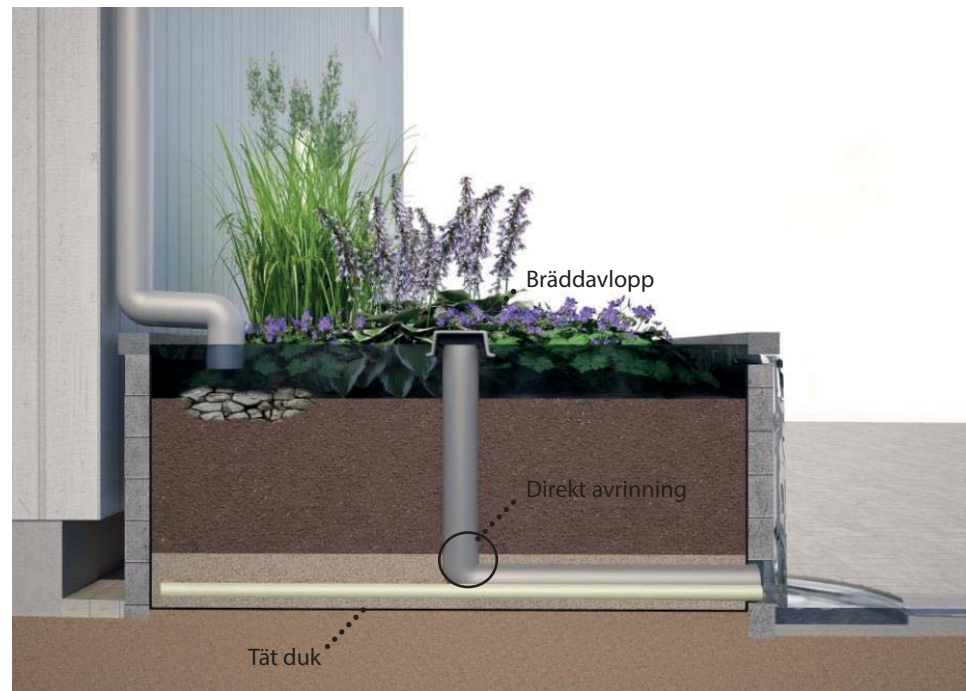
Som exempel nämns genomsläpplig markbeläggning, tillfälliga uppdämningsdammar i hårdgjorda ytor och permanenta vattenspeglar inom fördröjning nära källan (Stahre 2004, s. 21). Trög avledning definieras som långsam transport, vilken ersätter de konventionella avledningssystemen med rör. Här är det främst svackdiken och olika typer av öppna kanaler eller bäckar och diken som föreslås (Stahre 2004, ss. 49-57).

### Öppna dagvattenlösningar

Begreppet öppen dagvattenhantering definieras enligt Stahre som "ett samlingsnamn på olika anläggningar för omhändertagande, fördröjning och magasinering av dagvatten i helt eller delvis öppna system. I dessa utnyttjas processer som efterliknar naturens eget sätt att ta hand om nederbörds vatten, t.ex. infiltration, perkolation, ytavrinning, trög avledning i öppna system samt fördröjning i dammar och våtmarker" (Stahre 2004, s. 19).

Synonymer till öppen dagvattenhantering enligt Stahre (2004, s. 19) kan därmed också vara, lokal dagvattenhantering, långsiktigt hållbar dagvattenhantering, alternativ dagvattenhantering och trög dagvattenhantering. Grundprincipen för de flesta lösningar som räknas upp är av den naturen att spontan perkolation och infiltration är en vital del av processen. Endast ett fåtal lösningar är täta, där inget vatten möjliggörs att infiltrera, något som i Ulleråker kommer behöva vara ett krav.





Figur 6. Biofilter med tät duk och direkt avrinning. Växtsubstratet är grövre än traditionellt substrat för att tillåta en snabbare infiltration. Biofiltret kan anläggas både ovan mark som i illustrationen och nedsänkt i terrängen. Källa: Lindfors m fl. 2014. s. 38.



Figur 7. Biofilter med tät duk och vattenlås. Vattenlåset anläggs i den undre delen av växtbädden och förhindrar växtbädden att helt tömmas på vatten. Även detta biofilter kan anläggas både ovan mark som i illustrationen och nedsänkt i terrängen. Källa: Lindfors m fl. 2014. s. 38.

## Grå-gröna systemlösningar för hållbara städer

Vinnova (Lindfors, Bodin-Sköld & Larm, 2014) släppte år 2014 en sammanställning på dagvattenlösningar inom rapporten "Grågröna systemlösningar för hållbara städer", som hade som mål att bemöta den ökade urbaniseringen i ett mer nederbördsrikt klimat. De lösningar som fokuserades på var således sådana som kombinerade grå element (byggda/hårdgjorda) med gröna (vegetation) och kan integreras i redan byggda eller nya stadsdelar (Lindfors m fl. 2014, ss. 6-7). I rapporten lyfts bland annat biofilter fram. Biofilter är en teknik som använder sig av naturens egen behandling av vatten med hjälp av fysikaliska, biologiska, kemiska och mekaniska processer för rening och fördröjning (Lindfors m fl. 2014, s. 8).

### Biofilter

Lindfors m fl. definierar biofilter som "en vegetationsbeklädd markbädd med fördröjnings- och översilningszon för infiltrering och behandling av dagvatten" (2014, s. 33). Biofilter (eng. bioretention) är enligt Lindfors m fl. (2014, s. 33) ett nytt sätt att omhänderta vatten på, där en populär benämning, med samma innebörd, är regnträdgård (eng. raingarden) med många lösningar liknande Stahres (2004) i En långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Andra benämningar som Lindfors m fl. (2014, s. 31) räknar in under biofilter är curb extensions, gröna svackliknande ytor, nedsänkta växtbäddar för gatuträd, svackdiken, skelettjordar och torra dammar. Lindfors m fl. (2014, ss. 35-39) beskriver hur dessa lösningar går att utformas på liknande sätt efter fem stycken olika grundprinciper, beroende på vilken underliggande mark som finns och vilken hänsyn till grundvatten som behöver tas. De tre första bygger på att dagvatten tillåts att infiltrera ner till grundvattnet, medan de två senare utgör täta system som är lämpliga att använda där förorenat dagvatten förekommer eller grundvattnet inte kan riskeras att kontamineras.

#### De två täta biofiltertyperna

I täta biofilter anläggs en växtbädd med en tät duk i botten under ett makadamlager där en dräneringsledning läggs. Dräneringsledningen forslar bort överskottsvatten och kan vid eventuella utsläpp hindra föroreningar från att spridas genom att dräneringsledningen blockeras (Lindfors m fl. 2014, ss. 41-42). Då en större mängd kvarvarande vatten önskas i växtbädden kan biofiltret anläggas med ett vattenlås, vilket skapar en fördröjningszon, så att en imaginär grundvattenyta skapas och en större mängd vatten finns tillgänglig för växterna. Vattenlåset ger även upphov till ett inbördes vattenlager, vilket möjliggör anaeroba nedbrytningsprocesser, som ger bättre förutsättningar för kväverening (Lindfors m fl. 2014, ss. 41-42).

#### Material och växter i biofilter

Eftersom att biofilter är skapta för att ta emot stora mängder nederbörd bör det växtsubstrat som används vara grövre än i vanligt växtsubstrat, så att infiltration kan ske snabbare (Lindfors m fl. 2014, s. 40).

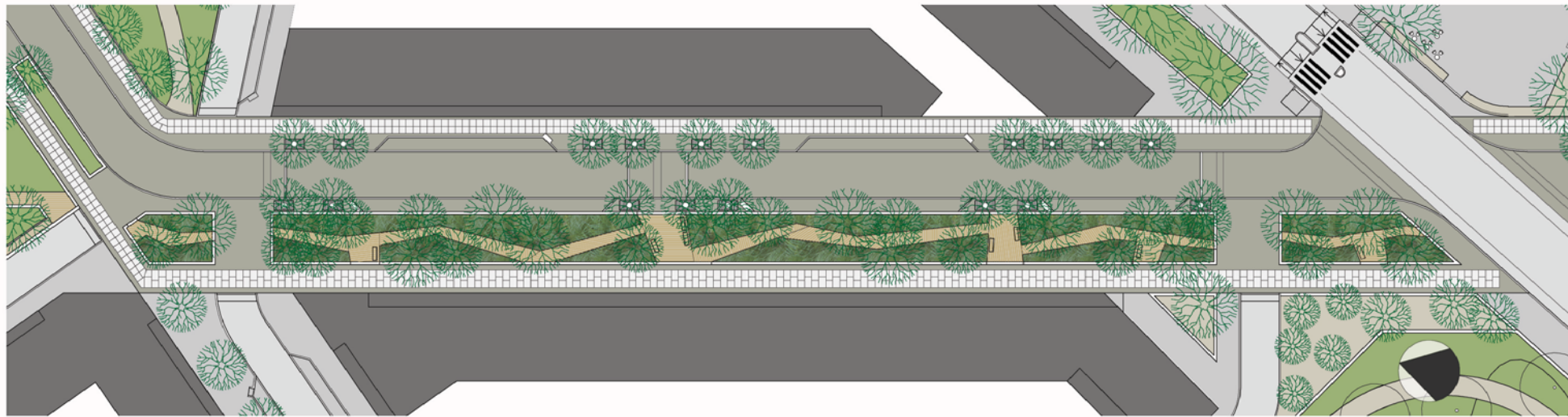
Växterna som väljs bör även kunna tåla stunder av mättade eller mycket våta förhållanden (Lindfors m fl. 2014, s. 40). Likaså bör växterna kunna tåla stunder av mycket torra förhållanden, då växtsubstratet är skapat för att snabbt bortföra vatten, och därmed har en sämre vattenhållande förmåga än vanliga växtjordar (Lindfors m fl. 2014, s. 40). Det finns dock få erfarenheter av vilket växtmaterial som klarar sig på lång sikt i biofilter i svenskt klimat (Lindfors m fl. 2014, s. 9).

Växterna bidrar till en ökad flödesutjämning då de bromsar vattnet och bidrar även med rening genom att fånga upp större partiklar samt absorbera näringsämnen (Lindfors m fl. 2014, s. 42). Det är däremot i växtsubstratet den största reningen sker. Här reduceras upp mot 50-80 % av Cu, Pb och Zn. Ett täcklager av bark eller grus på ytan bidrar även med en ytterligare reduktion på 10-50 %. Det finns dock inte tillräckliga värden från projekt i svenskt klimat, varför stor osäkerhet råder kring reningseffekt och infiltrationskapacitet under vintern här i Sverige (Lindfors m fl. 2014, s. 42).

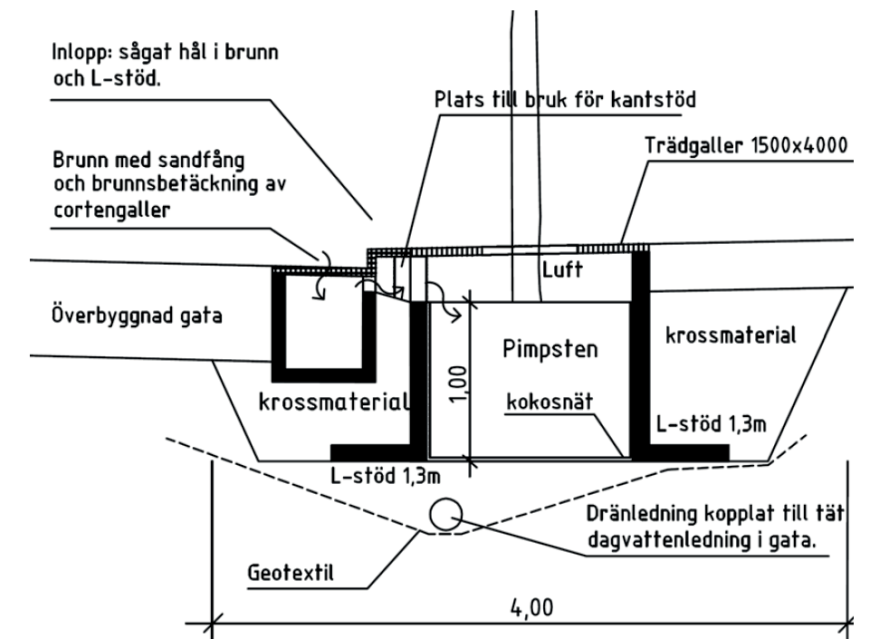
### Biofilters lämplighet i Ulleråker

Med grund i Uppsala kommuns dagvattenstrategi där vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån inte ska påverkas negativt, där hanteringen ska möjliggöra god status i recipienten och bidra till ett attraktivt stadslandskap är biofilter en bra lösning. Biofilter kan erbjuda både fördröjning, rening och bidra med grönska till staden. Både den täta lösningen med vattenlås och den täta utan kan vara användbara i Ulleråker.





Figur 8. Plan över lösningen på Jaktgatan med en stor nedsänkt planteringsyta och upphöjda bryggor i trä. Lösningen ger ett grönt gaturum där möjlighet finns att röra sig inne i växtbädden. Principen är utrymmeskrävande då den tar upp minst en tredjedel av gatan. På motsatt sida av gatan är lösningen för lokalgata anlagd. Denna kräver inte lika mycket utrymme och tillåter större mängd hårdgjord mark. Illustration: Andersson & Jönsson landskap.



Figur 9. Princip för växtbädd och inloppsbrunn på lokalgata. Lösningen använder sig av prefabricerade L-stöd som stomme och har en brunn med sandfång genom dagvattnet passerar och större skräp fastnar innan dagvattnet leds in i växtbädden. Källa: Stockholm stad (2011)

## Tre projekt i Sverige

De tre projekt som valts ut presenteras nedan. Dessa kan bidra med idéer på tekniska lösningar i ett svenskt klimat samt visa hur dessa lösningar påverkar gestaltningens utformning.

### Norra Djurgårdsstaden

Detta stadsbyggnadsprojekt är ett av tre som Stockholm satsat på som miljöprofilområde. Stadsdelen var 2010 ett av Europas största stadsutvecklingsprojekt med utrymme för cirka 10 000 bostäder och 30 000 arbetsplatser (Stockholm stad 2010, s. 6). Marken utgörs främst av äldre förorenad industrimark vilket har inneburit att inget dagvatten tillåts infiltrera på grund av risken för att sprida dessa föroreningar till recipienten.

#### Dagvattensystem

Dagvattensystemet består av integrerade lösningar av LOD för gata, park och gårdsmark med dräneringsledningar i mark, täta dagvattenledningar, fördröjning i växtbäddar samt öppna rännor (Stockholm stad 2011). Dagvattensystemet har dimensionerats för att klara ett 10-års regn utan översvämning.

Huvudprincipen är att dagvatten ska fördröjas och användas för bevattning, gestaltning och gynna biologisk mångfald. Dagvattenlösningarna ska även ha en renande effekt samt spridningen av föroreningar minimeras genom att förhindra infiltration ner i underliggande mark (Stockholm stad 2011). Åtgärder för att förhindra infiltration av föroreningar är bland annat yttlig avledning i hårdgjorda rännor och sedimentavskiljning innan vattnet når växtbädden. Växtbädden bäddas in med geotextil och dränledningar i botten av växtbädden samlar upp överskottsvatten innan det tränger ner i underliggande mark, bräddvatten avleds med dräneringsledningar och förs vidare med täta dagvattenledningar.

På lokalgatorna använd specialtillverkade brunnar i gatan, med perforerade lock, kopplade till växtbädden via en nedsänkt ränna, som fungerar som sedimentavskiljare (Stockholm stad 2011).

På Jaktgatan har en specialanpassad lösning tagits fram, där en större del av gatan används som planteringsyta.

#### Analys Norra Djurgårdsstaden

Platsbesöket genomfördes den 15 december 2015, det var cirka 2 minusgrader och klart väder. Den breda växtbäddsyta på Jaktgatan som avgränsas av granitmurar tar upp nästan en tredjedel av gaturummet. Växtbädden är nedsänkt och ligger cirka 20 centimeter under trottoarnivå. Smågatsten är lagd i gränsen till gränsmuren och formar en svagt rundad ränna vilken leder till stora rektangulära hål i gränsmuren genom vilka vatten kan rinna ner i växtbädden. De stora hålen är iögonfallande och rännorna tar upp stor plats av trottoaren men kommer framhålla vattnet i de fall vatten rinner i dem. Trottoaren är anlagd med färdiggiutna cirka 1,5 x 1,5 meter stora betongplattor. Genom växtbädden går en gångväg av trä i sicksack mellan flera små bryggor med bänkar som är utplacerade med jämna mellanrum längs gatans sträckning. Det stora utrymme som växtbädden tar, tillsammans med den fria utformningen av gångväg, ger hela gaturummet ett friare, mer avslappnat intryck. Det hela upplevs som en park i gatan, även om årstiden inte direkt bjöd på så mycket grönska.

På lokalgatorna är det en mer traditionell trädplacering med ett träd per trädgrop med jämna mellanrum i en rak linje. De speciella gatubrunnarna med sandfilter, är ingenting man lägger märke till. Det ser ut som en helt vanlig gata. Något som kanske är både positivt och negativt. Det är däremot en visuellt och utrymnessmart lösning, där mycket yta återstår till gatans andra funktioner, såsom parkering och promenadutrymme. Den stora skillnaden är utrymmesdistributionen under mark.



Bild 7. Jaktgatan. Växtbädden avgränsas av granitmurar och i växtbädden går en upphöjd gångväg i trä. Växtligheten är fritt placerad inom den stora växtbädden.



Bild 8. Lösningen på lokalgatan ser ut som en konventionell lösning och lämnar stor yta för parkering och promenad kvar i gaturummet.



Bild 9. Inloppslösning på Jaktgatan. Ett stort rektangulärt hål i det breda kantstödet släpper igenom dagvatten till växtbädden.



Hagastaden

Hagastaden är ett stadsdelsprojekt som är lokaliserat mellan de två städerna Solna och Stockholm och ska byggas enligt en tät stadsbyggnadsprincip. Cirka 3000 lägenheter och 14 000 arbetsplatser, ska få plats här (Stockholm stad 2015, s. 12, opublicerat manuskript). Visionen är en offentlig miljö med påtaglig storstadskänsla (Stockholm stad 2015, s. 12, opublicerat manuskript). Stora delar av området kommer byggas på bjälklag vilket skapar speciella förhållanden för dagvattenhanteringen då inget vatten kommer kunna infiltrera ner igenom bjälklaget utan behöver fördröjas och transporteras till recipient eller rening (Stockholm stad 2015, s. 12, opublicerat manuskript).

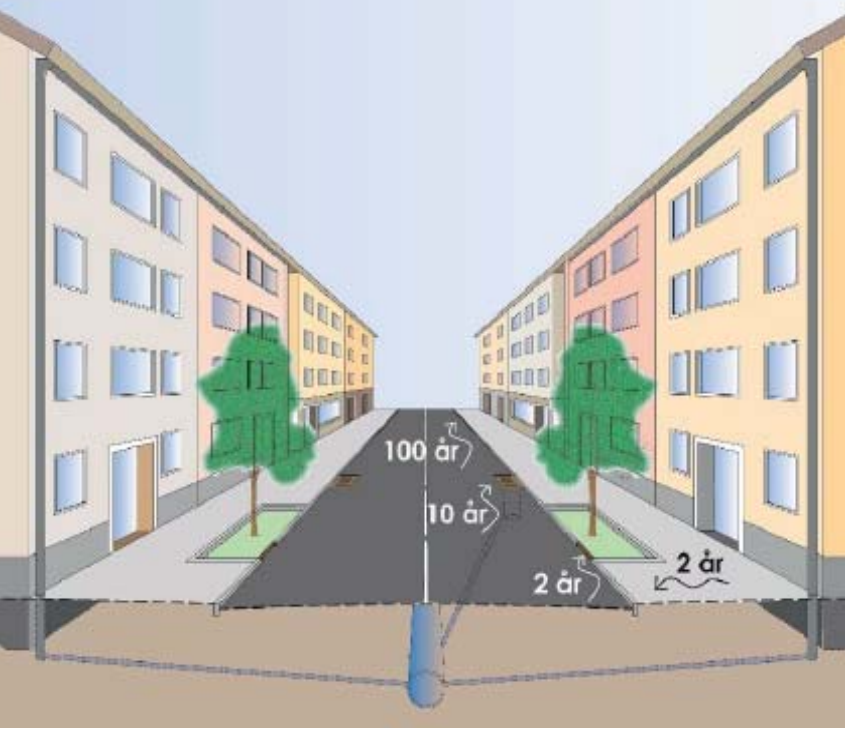
Dagvattensystem

I enlighet med Stockholms stads dagvattenstrategi, byggs dagvattensystemet upp på ett sådant sätt att det mesta av dagvattnet infiltreras och fördröjs i växtbäddar eller avleds till avsättningsmagasin i den angränsande parken. Ledningsnätet är anpassat till ett 10-årsregn med en klimatfaktor som antar en ökad nederbörd om 20 % jämfört med idag. Vid de tillfällen dagvattensystemet blir överbelastat, leds överskottsvatten ytligt direkt till recipienten (Stockholm stad 2015, s. 6, opublicerat manuskript).

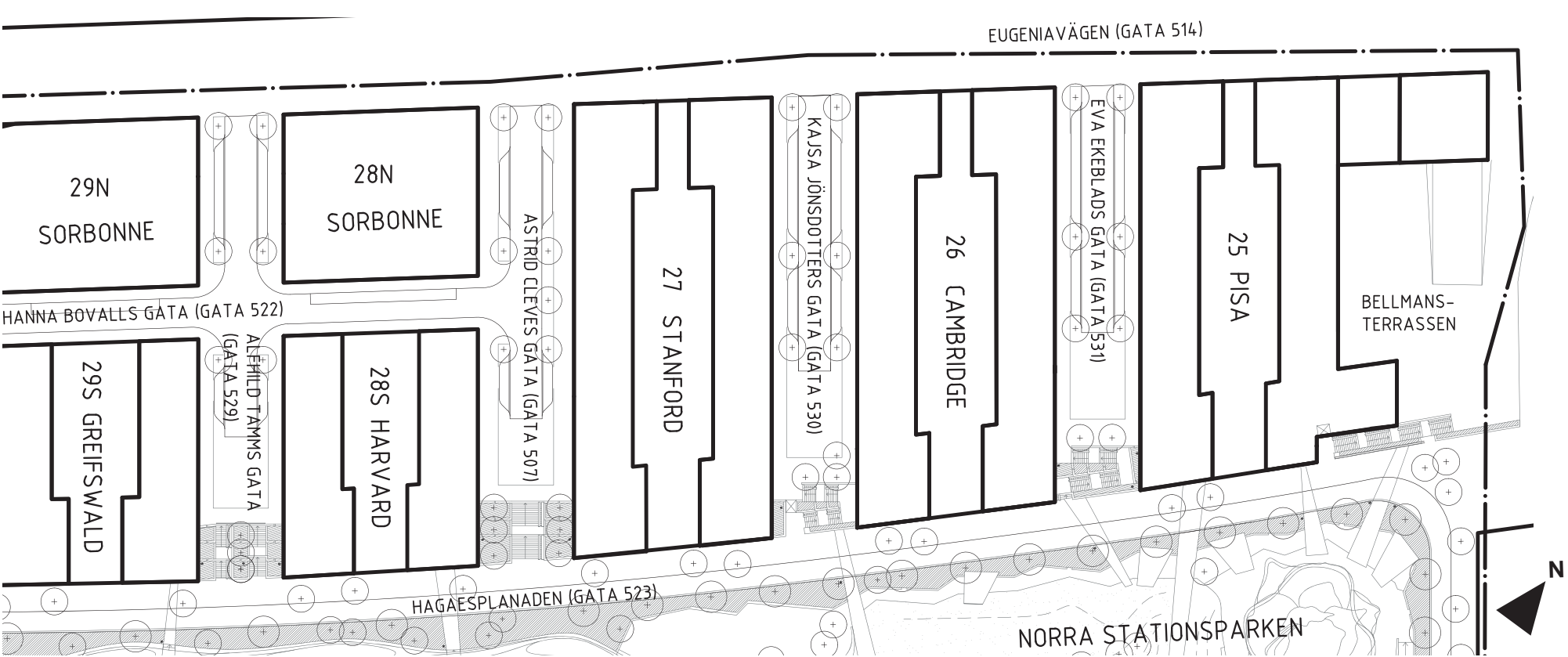
Växtbäddarna är anlagda något nedsänka i förhållande till gatan för att möjliggöra infiltration och uppdämning av nederbörd med ett underliggande krosslager och dräneringsledning som för bort infiltrerat vatten till en tät dagvattenledning (Stockholm stad 2015, s. 6, opublicerat manuskript).

Analys Hagastaden

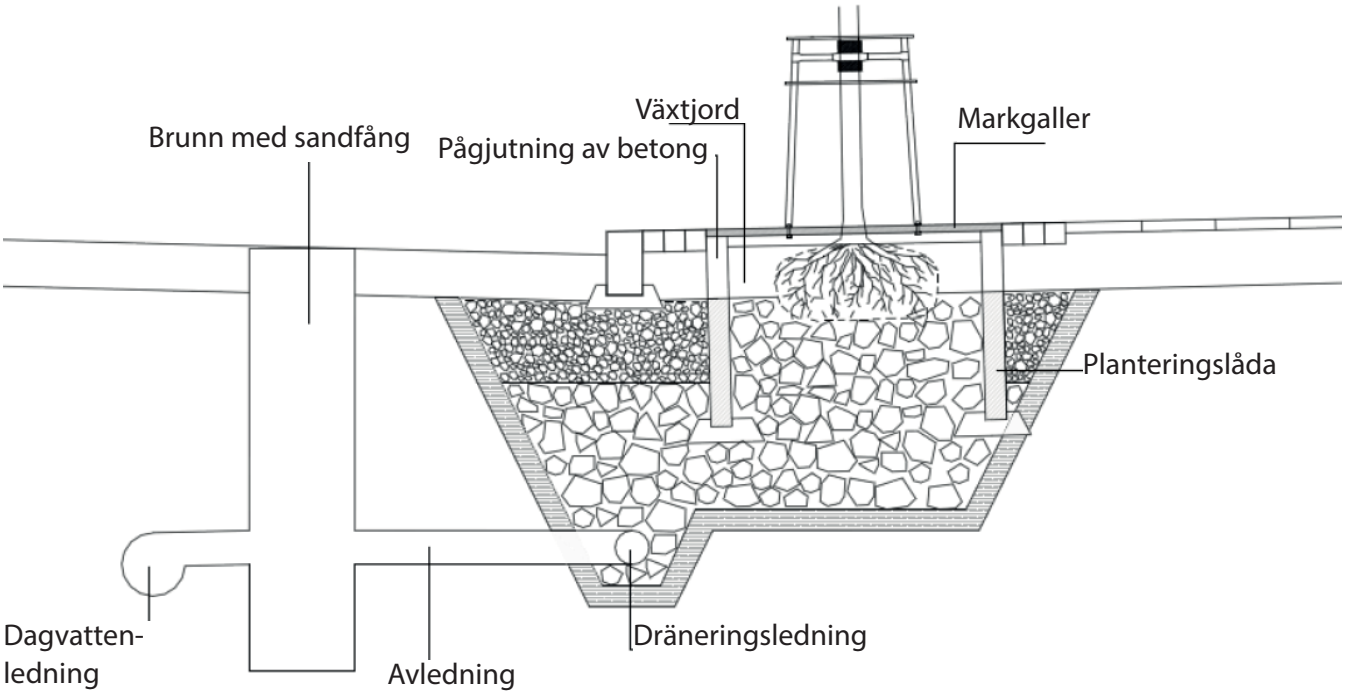
Gatulösningen i Hagastaden utgår från en allmän föreställning av hur en gata ska se ut med växtbäddar placerade på vardera sida av gatan i par. Växtbädden är även den utformad på ett sätt som kan anses inte komma utmärka sig särskilt eller framhäva dagvattnets roll och syfte i ett större kretslopp. Det är däremot en utrymmeseffektiv lösning och kan anses passa in bra i den täta stadsbyggnadsprincip som är tänkt i Hagastaden. Det är svårt att föreställa sig hur lösningen kommer att upplevas när den är byggd, men närheten till parken kan tillåta en mer hårdgjord miljö mellan husen. Min bedömning är att lösningen kommer att ge ungefär samma intryck som den på lokalgatan i Norra Djurgårdsstaden då stora likheter finns i utförande.



Figur 10. Växtbäddarna är dimensionerade till att ta emot ett 2 års regn, ledningsnätet för ett 10 års regn och ytterligare nederbörd transporteras ytligt i gatan direkt till recipienten. Illustration: Stockholm stad 2015, s. 14, opublicerat manuskript.



Figur 11. Utsnitt över gator från granskningshandling över Hagastaden. Gatorna är anlagda enligt en traditionell utformning med träd i par på vardera sida av gatan. Bräddat vatten leds ytligt på gatan till parken där översvämningsytor finns. Lösningen är diskret och tar litet utrymme i gatan. Illustration: Andersson & Jönsson landskap. 1:750 i A3



Figur 12. Principskiss över växtbäddslösningen i Hagastaden. En mindre volym växtsubstrat infiltrerar dagvatten vilket sedan leds vidare i dagvattenledning. Källa: Stockholm stad 2015, opublicerat manuskript.

Norra Rosendal

Stadsdelsprojektet Rosendal är precis som Ulleråker en del av Södra staden med flera etapper och delområden. Norra Rosendal är planerat att inrymma cirka 3500 bostäder.

Stor vikt läggs på upplevelsevariation och hållbara lösningar (Uppsala kommun 2015c, s. 14). Området är lokaliserat inom yttre vattenskyddsområde för Uppsalas dricksvattentäkt varför hänsyn måste tas till grundvattnets kvalitet och påverkan på grundvattennivån får ej ske (Uppsala kommun 2015c, s. 43).

Dagvattensystem<sup>1</sup>

Lösningen bygger på att vatten från tak och gata leds längs gatan ner i brunnar som leder till ett sandfång, vilken är utformad som en balja. När vattnet stigit upp till bräddningsnivå, rinner det ut i en tät växtbädd som fylls och när det nått en viss nivå rinner det in i en bräddningsledning som i sin tur leder till ett luftigt bärlager under växtbädd och gata. Det luftiga bärlagret ligger under gatunivå och vattnet kan färdas genom detta till en lågpunkt där det finns en brunn som är kopplad till dagvattennätet.

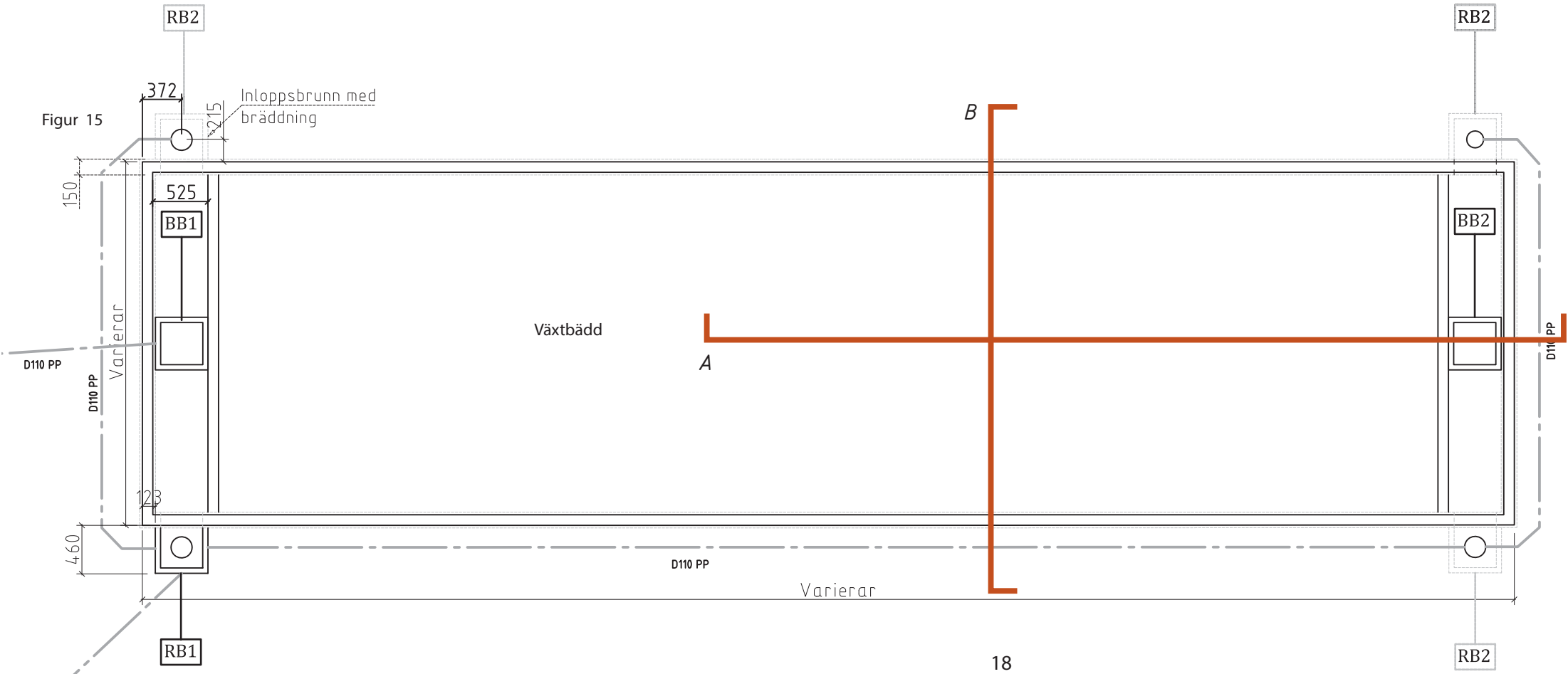
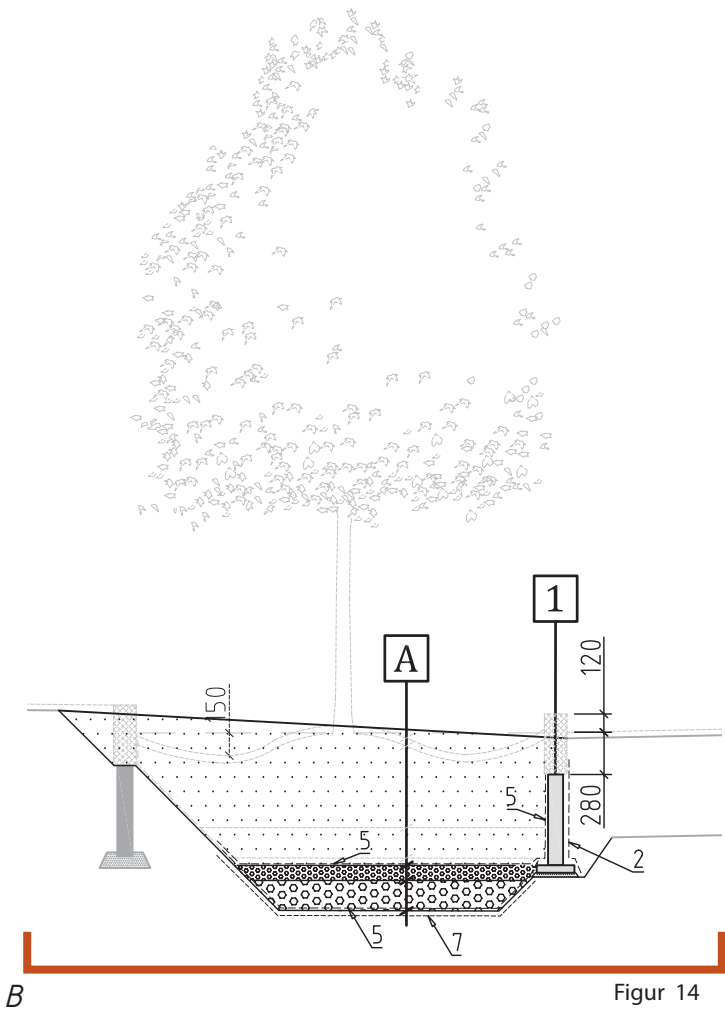
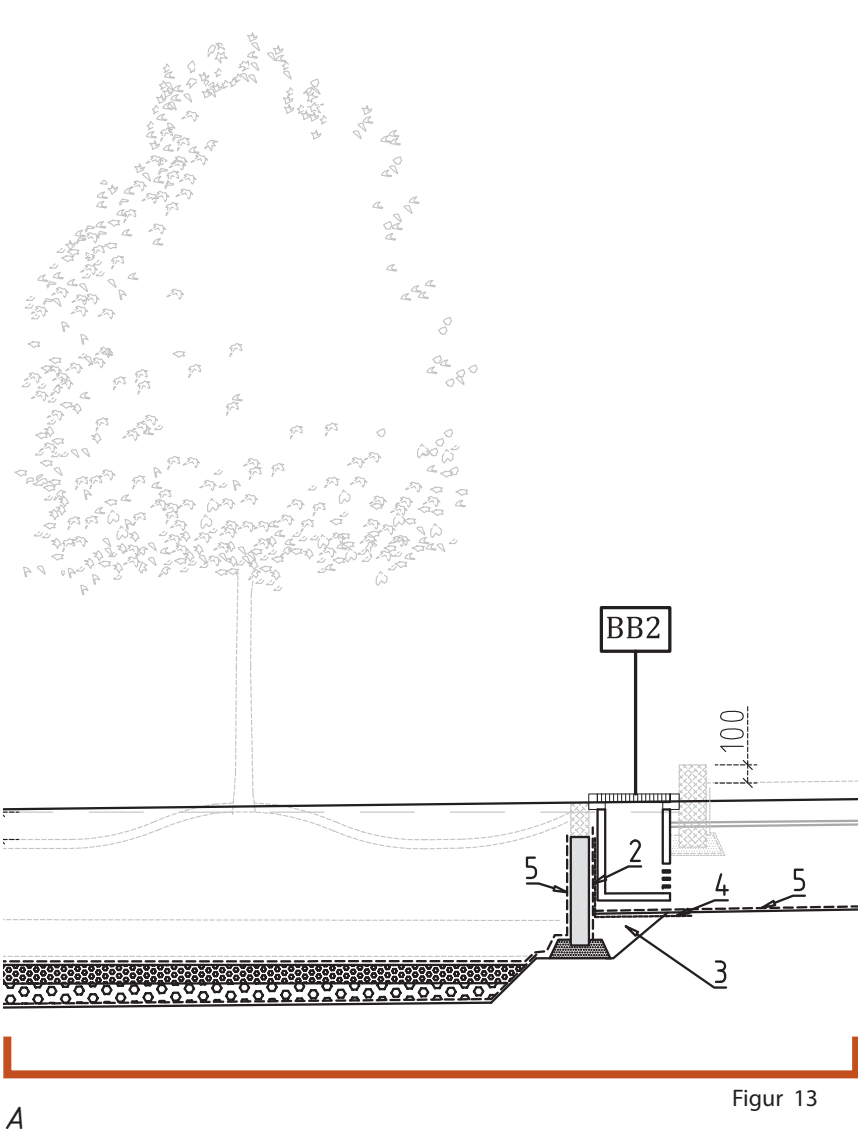
Det luftiga bärlagret är underbyggt med ett tunt lager bentonitlera som ska fungera tätande. Tanken är att gatan ska fungera som en grön förgårdsmark. Systemet kommer enligt Kent Fridell troligen att klara ett 30-50 års regn, och skulle det komma mer än så används gatan som transportväg till en översvämningssyta i områdets lågpunkt. Systemet är baserat på en tänkt ökning av nederbörden med 25 % jämfört med idag. Avsikten är att fördröja och göra så stor del av nederbörden tillgänglig för växterna för att reducera mängden dagvatten som transporteras vidare i ledningsnätet.

1 Detta avsnitt är baserat på information från Kent Fridell under intervjun 2016-01-13 samt Anton Thörne 2016-03-17

Figur 13. Princip för bräddningsbrunnens uppbyggnad i Norra Rosendal. Bräddningsbrunnen leder bräddat vatten från växtbädden vidare till det luftiga förstärkningslagret som finns under hela gatan  
Källa: Uppsala kommun (2016), arbetsmaterial [opublicerat manuskript].

Figur 14. Tvärsektion genom växtbädden. I botten ligger bentonitmattan som ska förhindra dagvattnet att ta sig vidare ner i terrängen. Källa: Uppsala kommun (2016), arbetsmaterial [opublicerat manuskript].

Figur 15. Plan över växtbädden med en riktningsbrunn (RB1) som är kopplad till dagvattennätet, tre inloppsbrunnar (RB2) som leder vattnet till en vattenränna vilken bräddar in i växtbädden. När växtbädden bräddningsnivå bräddar den i sin tur ner i bräddningsbrunnen (BB2). Källa: Temagruppen 2016, arbetsmaterial [opublicerat manuskript].



BB1	Bräddningsbrunn 1
BB2	Bräddningsbrunn 2
	Obundet bärlager
	Avskiljande material (Se 5 nedan)
	Fint dränlager
	Grovt dränlager
1	Betongram för växtbädd
2	Kokosnät
3	Kanal i Cortén stål
4	Geoduk tät
5	Geotextil
6	Kantsten
7	Bentonitmatta





Figur 16. Övergripande plan för en lokalgata i Norra Rosendal. Växtbäddarna är placerade på ömsom sida av gatan med ett antal träd som står direkt i den hårdgjorda ytan vilket ger ett varierat och sekventiellt grönt gaturum. Illustration: Temagruppen 2016, arbetsmaterial [opublicerat manuskript].

#### Analys Norra Rosendal

Lösningen i Rosendal känns genomtänkt i utformning och teknisk uppbyggnad. Den kommer innebära att en stor del av lokalgatorna underbyggs med luftiga bärlager så att dagvattnet kan transporteras och lagras i hela ytan.

Den övergripande höjdsättningen för gata har i detta fall kunnat justeras för att uppnå en gestaltningslösning som man anser ger ett mer sammanhållet intryck.

I den plan som studerats står träden fritt placerade i växtbäddarna, men detta är något som kan komma att ändras. Den generösa storleken på växtbäddarna möjliggör dock för en friare placering än i en liten växtbädd.

Av vad som framgår på visionsbilden är det eventuellt tänkt att ha bryggor över växtbädden. Är det stora växtbäddar, så innebär detta en möjlighet att komma närmre växterna och även att korsa gaturummet på ett friare sätt.



Figur 17. Visionsbild över lösningen på lokalgatan i Norra Rosendal. Växtbädden är rektangulär med en bryggning snett igenom vilken bryter upp det strama formspråket. Illustration: Temagruppen 2016, arbetsmaterial [opublicerat manuskript].

#### Analys av de tre förebildsprojekten

Av de tre förebildsprojekten kan man konstatera att det finns olika lösningar som i grunden har samma tanke men syftar till att appliceras i olika miljöer. Två projekt har lösningen i fokus och designmässiga föreställningar har inte ändrats så mycket från det konventionella och dagvattnet blir inte synligt (lokalgata Norra Djurgårdsstaden och Hagastaden), ett projekt fokuserar på att synliggöra dagvattnet och fördröja men har inte fokus på rening (Jaktgatan Norra Djurgårdsstaden). Det går även att konstatera att de olika lösningarna är olika lämpliga beroende på hur stor eller liten yta som finns att tillgå i förhållande till andel hårdgjord mark och därav också mängd dagvatten. På ställen med större andel hårdgjord yta och stor konkurrens om utrymme kan de lösningarna med stor bortförande och lagrande potential under mark vara att föredra. Är konkurrensen om utrymme och behovet av hårdgjord mark inte lika stort kan istället en mer utrymmeskrävande lösning väljas med större ytlagrande kapacitet och möjlighet till att lyfta vattnets roll finns på ett annat sätt. Det kan därför vara nyttigt att använda sig av flera olika lösningar och kombinera dem på ett smart sätt för att skapa en helhetslösning för en plats.

Gestaltningsmässigt påverkas framförallt gränzonerna mot växtbäddarna, då stor hänsyn måste tas till hur vattnet leds och transporteras in i växtbädden. Sandfång i mer konventionella lösningar som i Norra Djurgårdsstaden erbjuder dock en lösning som inte har detta problem i samma utsträckning.

Huvudsakliga idéer och lösningar som jag tar med mig från förebildsprojekten är:

- Sandfiltersbrunnar är utrymmessmarta men framhäver inte vattnets kretslopp.
- Dagvatten kan användas till bevattning, gestaltning och främja biologisk mångfald.
- Sedimentavskiljning innan växtbädden ökar växtbäddens reningseffekt.
- Hårdgjorda, ytliga rännor är utrymmeskrävande men effektiva och framhäver vattnet i gestaltningen.
- Stora växtbäddar ger större frihet i placering av växtlighet vilket kan ge ett avslappnat parklikt intryck.

## Vilka erfarenheter finns från projekt i Sverige?

*Nedan redovisas ett sammandrag av vad som sades under intervjuerna och vilka huvud-sakliga poänger och erfarenheter som tas med in i gestaltningsprocessen.*

### Resultat från intervjuer

Intervjuerna skedde både via telefon och i person under olika tillfällen under december 2015, januari 2016 och mars 2016.

#### Anton Thörne

Intervju med Anton Thörne hölls den 17 mars 2016 i ett mötesrum på Temagruppens kontor på Strandbogatan 1 i Uppsala.

Thörne ser inga hinder med att gestalta med öppna dagvattenlösningar, men utmaningar. Han menar att man får tänka på ett annorlunda sätt. I fallet med Rosendal där ett helt nytt system hittas på har stor del av tiden gått åt till att fundera på hur helheten ska fungera. Sedan märker Thörne att han (landskapsarkitekt) bryr sig om hur det ser ut ovan mark, när Kent Fridell (landskapsingenjör) tittar mer på det som händer under mark. I realiteten blir det en hel del brunnar som ska in för att få det att fungera, vilket blir en designfråga. Det är en utmaning att få det att se enhetligt ut med så många brunnar tycker Thörne. Placeringen av brunnarna blir också något styrda av tekniska förutsättningar.

Thörne berättar att de (Tema) inte ville ha ett håll i kantstenen då det kan se avhugget ut och skapa problem vid bland annat snöröjning vad de har hört. Rännornas utseende är också relevanta för det gestaltningsmässiga uttrycket. Utformningsmässigt anser han att de har varit fria att utforma dem efter husens och parkeringarnas placering snarare än efter dagvattenlösningens utformning.

Höjdsättningen av gata gjordes innan Tema kopplades in, men den styr däremot de övergripande förutsättningarna i stor utsträckning. En enkel veckning i mitten av gatan har förordats av Tema för att möjliggöra att få inlopp i brunnarna i en rak linje i gatan till skillnad från den vanliga lösningen med en bombering i mitten av gatan och en dubbel veckning som först föreslagits, vilket verkar kunna gå att ordna.

Växtlighetens placering bör vara fri enligt Thörne. Han menar att det snarare är vilka gestaltningsförutsättningar som satts upp i gestaltningsprogrammet som styr men han berättar att de inte har kommit så långt än i projektet att han har börjat med det.

Ett problem han kan se är att i långa växtbäddar kommer vattnet att ansamlas i ena änden av växtbädden och vattenförhållandena bli väldigt olika i vardera sida av planteringen varför en viss terrassering behövs.

#### Björn Embrén

Björn Embrén intervjuades genom ett kort telefonsamtal den 11 december 2015.

Upplägget var avslappnat där de frågor som ställdes till viss del styrdes av de svar som gavs.

Embrén hade personligen ingen erfarenhet av situationer där dagvatten inte får infiltrera, men reflekterade kort kring att det blir allt mer absurda situationer som man vill lösa. Han påtalade att de lösningar som applicerats på många ställen i Stockholm endast fokuserar på bevattning, dvs. god vattenåtkomst för växterna på platsen, där reningen genom filtrering i växtbädden endast är en bonus. Han berättade om Biokol-projektet i Stockholm, där Biokol inblandas i växtbäddar för att förbättra både den vattenhållande förmågan samt tillföra näring.

#### Gösta Olsson

Intervju med Gösta Olsson hölls på hans kontor i Stockholm stads Stadsbyggnadskontors lokaler på Fleminggatan 4, den 8 januari 2016.

Olsson ansåg att det viktigaste och kanske svåraste var att ta fram en generell princip som sedan fungerar genom hela projektet. Han menade att den tidiga höjdsättningen är nyckeln till en lyckad princip, men att framtagandet av denna även är väldigt svår. Den ska med fördel göras i ett så tidigt skede att väldigt få referenspunkter finns, vilket också är utmaningen. Har man redan många låsta punkter, som entréer och befintliga byggnader,

blir det mycket svårare. Ligger området nära en sjö eller havet, måste självklart hänsyn också tas för höjda havsnivåer. Utmaningen kan då bli att skapa en avrinning som fungerar, speciellt i flacka landskap. Är det samtidigt stor andel hårdgjorda ytor, så kommer vattnet att samlas väldigt fort, varför tanken att ”det är bara att leda till en ledning” inte fungerar.

Några av de största utmaningarna var att anpassa till skyfall och hålla tanketråden levande i hela processen. Han menade att det är lätt att göra rätt på ett ställe, men att sedan få allt att fungera tillsammans är svårt.

Hur alla system kommer fungera i drift, det vet ingen än. Hur växterna kommer klara sig i längden vet vi inte heller. Han menar att det blir väldigt torrt i marken.

Att få alla led att förstå vad och varför man har valt att göra på ett sätt är också en utmaning. Det kan bli fel i anläggningsskedet och då beror det troligen på bristande information. Han berättar att Stockholm stad har fördelen att ha en egen organisation som kan vara med ute på plats och ha översyn, vilket kan underlätta, då det ofta uppstår frågor under anläggningen eftersom att det är nya metoder och principer.

När det gäller täta anläggningar så ligger det en geotextilduk i botten på växtbäddarna i Norra Djurgårdsstaden. På sikt kommer den bli så gott som tät, när slam sätter igen den menar Olsson. Men han berättar att de inte ville anlägga en tät duk, eftersom att det fanns oro för vad som skulle hända om större vattenledningsbrott skulle inträffa.

När det kommer till oförutsedda utsläpp medger Olsson att de medvetet inte har planerat för det. Han menar att det vore en katastrof oavsett och att det inte går att skydda sig för en sådan händelse. Det finns däremot slamfickor i brunnar och växtbäddarna renar till viss del menar han. Han upplyser även om Biokolet som börjat blandas in i växtjord på nyare projekt, vilket kan ge större renande förmåga. Dagvattnet i Norra Djurgårdsstaden renas inte innan det släpps ut, så ledningar går direkt ut i Värtahamnen.

Om Norra Djurgårdsstaden legat på en dricksvattentäkt tror Olsson att de nog tittat på en lösning med tät gummiduk istället, men Olsson tycker att det är en svår fråga att svara på.

Designmässigt är utmaningen med öppen dagvattenhantering att få ett stadsmässigt uttryck, där svackdiken och dylikt inte direkt passar in anser Olsson. De alternativa lösningarna kräver då ofta låga räckten eller andra avgränsningar som ställer till det vid snöröjning och för cyklister, principen har därför varit tvungen att frångås på vissa ställen för att möta allas behov.

Olsson anser även att stor noggrannhet måste läggas på detaljerna för att det ska se bra ut, vilket kanske inte alltid görs. Att ha varierade växter och använda lite mer vedartat är även en designmässig utmaning, då det oftast blir perenner i infiltrationsytor. Han påtalar även att rännor utgör väldiga driftsproblem, varpå de som sköter driften helst ser att de inte ritas in.

Han anser att konkurrensen om markyta är utmanande då det inte går att ha några ledningar i närheten av växtbäddar på grund av risk för rotinträngning.

Olsson uttrycker ingen oro för att lösningarna ska förstöras eller på andra sätt förvanskas med funktionsförlust som följd. Han menar att det görs relationsritningar hela tiden när arbeten utförs och att det även i framtiden kommer finnas krav på att återställa till ursprungsutförandet. Han tror inte att riktlinjer och skötselplaner på lång sikt kommer fungera då dessa kommer falla i glömska och tappas bort.

Vid infiltration i växtbäddar har avrinningen sett ut som de beräknat, där en stor del däms upp för att sedan infiltrera och absorberas kort tid därefter. Vad Olsson vet fördelades vattnet väl i bädden och det överflöd som uppstår leds vidare.

På frågan kring varför vi bygger där det är känsligt anser Olsson att det vore sämre att ta orörd naturmark i anspråk, han menar att det ofta är redan ianspråktagen mark så som gammal industrimark som berörs. I dessa fall kan ju förutsättningarna till och med förbättras vid anläggning.

#### Kent Fridell

Kent Fridell intervjuades i ett mötesrum på Sweco Uppsalas kontor den 13 januari 2016.

Fridell ansåg att det absolut viktigaste att börja med var att kontrollera recipienten och dess kvalitet för att kunna göra en bedömning av hur mycket rening och vilka risker som fanns just på den specifika platsen. När det gällde utmaningar så var det främst att göra bedömningen kring vad som är rimligt i fråga om risker och säkerhetsåtgärder. Speciellt när det som i detta fall handlar om en dricksvattentäkt. Han ställde sig undrande frågan; vad är rimligt säkert?

En fråga man inledningsvis måste fråga sig är om man överhuvudtaget bör bygga och sedan om man bestämmer sig för att göra det, vilken säkerhetsnivå det är rimligt att kräva och utföra. Han menar att även om man gjuter en betongbotten eller lägger en tät gummiduk, så finns alltid risken att dessa anordningar skadas eller på annat sätt går sönder. Fokuserar man på dessa anordningar finns även risken att man förbiser andra källor till föroreningar, som till exempel närliggande äldre system med läckage hävdar han.

Att veta vart risken är som störst är enligt honom näst intill omöjlig, då detta skulle kräva oändligt många provtagningar för att läsa av hur jordlagren såg ut under mark. Det är alltså alldeles för många faktorer som spelar in för att man ska kunna vara hundra procent säker. Han lyfter som exempel projektet i Rosendal där en indelning i olika säkerhetsklasser har utförts och gränsdragningar mellan dessa har gjorts. Hur dessa gränser exakt stämmer med verkligheten kan man dock inte vara helt säker på. Det finns alltid en potentiell möjlighet att dessa gränser ligger lite fel eller att något gömmer sig i marken som påverkar hur vattnet rinner.

En annan utmaning är att veta vilken effektivitet växtbäddarna har i fråga om rening och vilka ämnen som fastnar respektive rinner igenom. Han påtalar att det inte finns några system som läser av alla tusentals ämnen som kan finnas i dagvatten, utan att det oftast är ett antal utvalda ämnen vi brukar mäta.

När det gäller oförutsedda utsläpp har vissa åtgärder tagits i Rosendal, där bland annat bentonitleran i botten på växtbäddar som tar emot ska fungera som ett naturligt stoppande lager, som med tiden antas kunna bli i princip tät. Detta hindrar föroreningar att ta sig ned vidare i terrassen då bräddande vatten kommer att föras vidare till dräneringsledningar istället. Han menar att det då har genomgått en rening redan vilket är en säkerhetsåtgärd i sig. Vägvattnet leds direkt vidare i dagvattenledningar utan någon fördröjning eller rening till Polacksbacken.

I det fallet att det brinner finns också möjligheten att öppna upp det ordinarie dagvatten-systemet för växtbäddarna. Fridell är noga med att påtala att han har väldigt lite insyn i hur systemet på Polacksbacken är uppbyggt och vilka reningsprocesser som finns där. Klart är ändå att det kommer vara enorma volymer vatten som leds dit, vilket kommer kräva någon slags rening då den har Fyrisån som slutlig recipient.

Han framhåller att det är mycket svårare och mer kostsamt att leda bort vatten av olika kvalitet till ett ställe där det sedan ska renas mot att rena nära källan.

Det har även funnits krav på att tryckkolla ledningar, för att säkerställa att de är täta. Att göra dessa kontroller är väldigt kostsamt, samt inte helt utan störningar på driften. De pengarna kan man istället satsa på att kontrollera och säkra äldre ledningar eller system menar Fridell. Till exempel på Dag Hammarskjölds väg som ligger väldigt nära åsen och där risken för utsläpp kanske är ännu högre.

Problem som Fridell kan se uppkomma vid just täta lösningar är framförallt risken att de inte fortsätter vara täta. Han ställer sig frågan kring hur ofta man ser sprickor i betong och vilka ämnen som kan släppas ur det. En annan risk som han anser att han inte hört särskilt mycket om är risken för att påverka grundvattennivån och de följer det får. Till exempel om syre når längre ned i jordlagren som kan ske om man förhindrar infiltration och bygger ut mycket hårdgjord mark utan att kompensera på något sätt.



För att förebygga framtida skador har dels naturliga material använts i så stor utsträckning som möjligt och dels har beslut tagits att anläggningspersonal ska utbildas så att arbetet ska utföras på det sätt det är tänkt och en medvetenhet kring risker och orsaker till vissa lösningar skapas. Sedan kommer även en utförligare besiktning att ske, för att kontrollera hur anläggningen ser ut även under mark. Utbildning av driftpersonalen kommer även att behövas anser han.

Designmässigt anser Fridell sig ha får acceptans från de som ritar, men att det framförallt är krångligt att säkerställa att visst vatten ska ned i växtbäddar och att annat, t.ex. vägvatten ska ned i dagvattenssystemet. Har anser att det svåraste är att få vattnet in i växtbädden på ett smidigt och effektivt sätt eftersom att det kräver djupa visningar i markytan eller stora öppningar i kantstenen, vilket kan uppfattas som ett designmässigt hinder.

I framtiden tror Fridell att systemen kommer vara utformade med fler kombinerade lösningar än idag, lite likt de i Rosendal. Att ha gröna tak, bioretention, fördröjningsdammar och rening innan vattnet släpps ut i recipient. I Rosendal testas också Biokol, som Fridell tror kan ha stor påverkan på reningen. Viktigast är enligt honom att på ett strategiskt och systematiskt sätt försöka kategorisera upp risker och lösningar anpassat till recipienten. Som parentes anser han dock att störst möjligheter finns i att förebygga att föroreningar ens finns och släpps ut i naturen.

Fridell tror att vi bygger på känslig mark för att skapa bättre förutsättningar för nära transporter, men anser att det måste finnas övervägande positiva fördelar med en sådan placering. Finns inte det överväger han att man kanske ska fundera en gång till på hur bra idén är, baserat på vad man vet om området. Möjligheten finns också att befintlig infrastruktur är så dålig att en utbyggnad skapar bättre förutsättningar.

### Örjan Stål

Intervju med Örjan Stål hölls per telefon den 20 januari 2016. Samtalet var avslappnat där Stål fritt utvecklade riktningen på svaren och tog upp nya aspekter av frågorna. Detta gjorde att många frågor inte helt överensstämde med svaret, men ger värdefull information att ta i beaktande inför gestaltningen.

Stål ansåg att det absolut viktigaste vid infiltration i växtbäddar är att ha tillräckligt stor porvolym. Han ansåg att de anläggningar han sett, med kringliggande skelettjord, inte hade tillräckligt stor porvolym, vilket gjorde att en förhållandevis liten mängd nederbörd faktiskt kunde infiltrera. Han berättade att man inledningsvis jobbade med att skölja ned växtjord i det bärande skelettjordslagret för att förbättra näringsinnehållet.

Detta visade sig alltså ha motsatt effekt. Allt för liten del av volymen bestod av luft. Speciellt om det regnat och stor andel av porvolymen bestod av vatten. Träden kvävdes då som följd. Luftiga bärlager som man bygger nu är bättre anser han. Då kan vatten infiltrera och det kommer även finnas tillräcklig tillgång på luft. Att infiltrera stora mängder vatten i radien 2-3 meter från trädet, är däremot problematiskt. Han menar att det är bättre att ha god tillgång på vatten i de yttre regionerna av trädets etableringsområde istället. Detta i kombination med att det är viktigt att trädet får utrymme att bilda rötter, gör att luftiga lager med stor porvolym är optimalt.

Lösningen bygger på att underbyggnaden är tät och att porerna är så stora att ingen kapillärstigning kan ske. Då kan kondens sprida sig upp i bärlagret. Överskottsvatten får då rinna längs den täta bottnen till en dräneringsledning och föras bort med det ordinarie dagvattenssystemet. Träden skapar sin egen humus i det luftiga lagret och klarar sig, bara de har tillgång till luft och vatten påpekar han.

Stål ser inga direkta problem med att ha täta lösningar, men påpekar att det är viktigt att det finns en tillräcklig distans mellan botten och markytan med ett minst 80 cm tjockt underliggande lager av sorterad kross där vattnet kan transporteras.

Stål berättar att han har arbetat med att blanda in Biokol, aktivt kol, pimpsten eller lerkross i växtsubstratet för att ytterligare förbättra reningsförmågan. Han är dock osäker på exakt vilken effekt det har och att han inte innehar kompetensen att räkna på gränsvärden. Klart är dock att växtbädden måste grävas upp när adsorptionsförmågan av ämnen är mättad.

I framtiden önskar Stål sig se multifunktionella vägar, där överbyggnaden kan fungera som infiltrationsmagasin där trädens rötter tillåts växa. Han tror att det endast skulle kräva lite extra urschaktning och högre överbyggnad jämfört med idag. På det sättet kan man få både magasinering och rening av dagvattnet. Frågan är däremot hur stora föroreningsutsläpp det är på platsen, eftersom att man måste gräva upp överbyggnaden för att avföra föroreningarna, vilket kan medföra stora omkostnader. Att bygga på detta sätt ska

enligt honom inte påverka hållfastheten i gatan, varken med hänseende på tjälskjutning eller vattenmättnad.

Några av de största utmaningarna med hållbar dagvattenhantering är enligt Stål att alla discipliner behöver inse att man inte kan allt själv. För att få igenom bra lösningar krävs tvärvetenskapligt arbete där mycket kompromissande mellan yrkeskategorier är nödvändig.

Stål tror att vi bygger på känslig mark för att vi inte har något annat val. I en redan tätbebyggd stad är det annars ofta naturområdena som bebyggs, vilket han anser vore sämre i vissa fall. Han tycker däremot att man egentligen kanske borde söka områden lite mer utanför tätorten, men att det oftast är jakten på en tät stad som är drivkraften. Han tänker att det kan vara nödvändigt att göra avkall på vissa saker, för att vinna andra. Det borde dock enligt honom ur säkerhetsaspekt vara miljöpåverkan och potentiella hälsorisker som ligger i första prioritet hos alla.

Han reflekterar kring att det förr var lättare att anpassa till befintliga förutsättningar. Nu finns det hårdare bestämmelser på lutningar osv. vilket ytterligare begränsar vart vi kan bygga. Han anser att om man inte kan lösa det allra mest grundläggande så kanske man inte ska bygga över huvud taget.

## Analys intervjuer

En stor del av det som framgått av intervjuerna har bekräftat frågor och dilemman som uppstått under litteratursökningen. Tyvärr har inte många frågor gått att besvara utan att ytterligare frågor har uppkommit, men en hel del erfarenheter och tillvägagångssätt går att utläsa från intervjuerna. Min bedömning är att de intervjuade ser detta som ett komplext och aktuellt ämne, där även de mest insatta och pålästa är övervägande villrådigas till hur frågan ska lösas. Jag får dock känslan av innovationsglädje och hoppfullhet inför hur framtidens samhälle kan komma att se ut och tackla problemet.

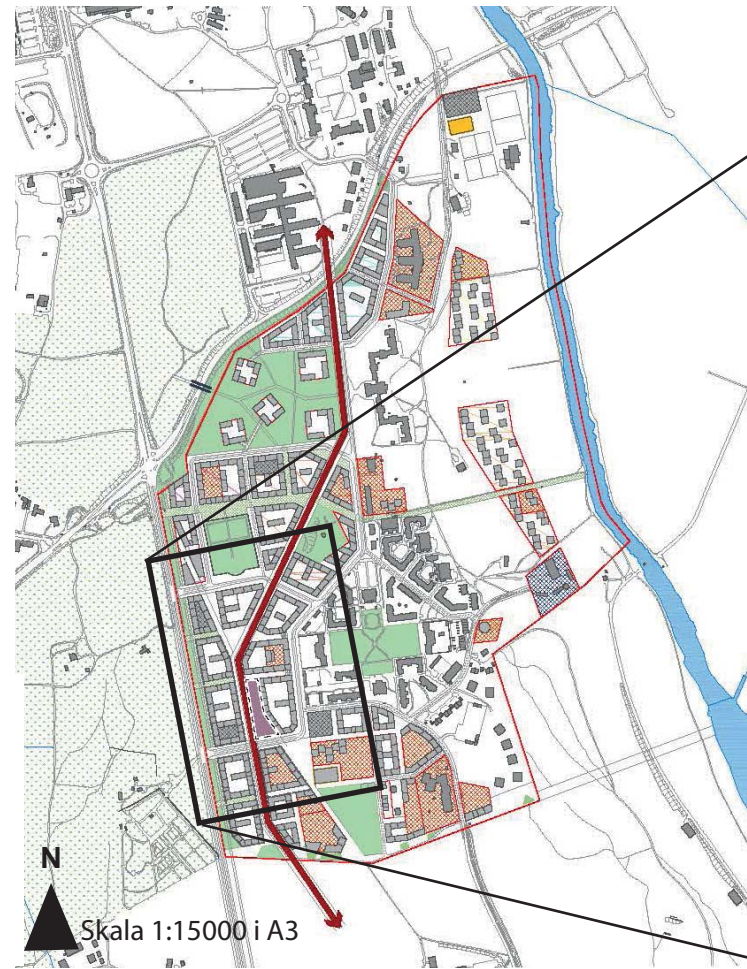
Huvudsakliga poänger och erfarenheter som jag tar med mig från intervjuerna är:

- Det är viktigt att göra en övergripande höjdsättning tidigt i processen.
- En utmaning är att hålla tanketråden levande genom hela processen och få med sig alla delaktiga aktörer.
- Vill man undvika att föroreningar sprids ner i marken är ytlig avrinning ett bra alternativ.
- Det är absolut grundläggande att hålla koll på vad som är recipient och vilken status den har.
- Det kommer aldrig kunna gå att vara 100% säker på att ens lösning är tät eller att en oförutsedd skada eller läcka kommer att ske, beslut kring om detta är okej på denna plats måste tas av ansvarig instans.
- Att satsa på dessa lösningar där gamla system finns kan förbättra vattenkvaliteten (dock kan olycksrisken öka om den innefattar en utökning av trafik/föroreningar).
- Att anlägga infiltrationsväxtbäddar bidrar både till fördröjning och rening som kan avhjälpa reguljära dagvattensystem vilket i sig är en säkerhetsåtgärd.
- Luftiga bärlager fungerar bra som lagrande underbyggnad och kan transportera vatten även under överbyggnader för gata utan att förlora bärighet.
- En utmaning är att lösningen anläggs korrekt, det är därför bra om lösningen är enkel och lättförståelig.
- Biokol kan vara en ytterligare renande beståndsdel i framtidens växtbäddar.
- Rännor kan vara problematiska att sköta.
- Gestaltningsmässigt kan metoden för att leda ned vattnet i växtbädden vara begränsande.
- Det kan vara bra att inte placera träd inom 2-3 m från själva inloppsplatsen för att vattenhalten inte ska bli för stor precis vid trädet.
- Ett underliggande luftigt bärlager bör vara 80 cm och bestå av sorterat kross.
- Långa sammanhängande planteringar kan behöva terrasseringar för att jämna ut vattenhalten i hela ytan.





Figur 18. Ortofoto över Ulleråker med nuvarande bebyggelse. Röd streckad linje markerar områdets yttre gräns och svart ruta stadsdelstorgets ungefärliga placering. Källa: © Lantmäteriet i2014/764, med tillägg av författaren.



Figur 19. Strukturplan över Ulleråker som den såg ut 2015-12-17 med kollektivtrafikstråket markerat i rött med pilar. Källa: Sweco 2015b [opublicerat manuskript] med vissa ändringar av författaren för att underlätta läsbarheten.



Figur 20. Utsnitt av strukturplanen vid stadsdelstorget vilket är markerat med lila färg.

## Ulleråker: Att gestalta för framtiden

Redan under 800-talet fanns i Ulleråker bosättningar, då åsen och Fyrisån fungerade som viktiga transportvägar (Uppsala kommun 2015b, s. 15). Senare under 1600-talet anlades Dag Hammarskjölds väg, av Drottning Kristina, som idag fungerar som områdets viktigaste farled. Under 1800-talet uppfördes ett mentalsjukhus inom området, vilkas byggnader fortfarande till viss del finns kvar med en del moderna tillägg från 1960-talet. Ett antal av de nyare sjukhusbyggnaderna kommer dock att rivas för att lämna plats till den nya stadsdelen (Uppsala kommun 2015b, s. 15).

### Inventering

Detta avsnitt baseras på information som går att finna i Fördjupad översiktsplan för Södra staden (Uppsala kommun 2015a) och Planprogram för Ulleråker (Uppsala kommun 2015b) samt dokument tillhandahållna av Sweco rörande projektet.

Samtliga dokument är dock av den karaktären att information kan komma att ändras efter att detta arbete slutförts. Det är däremot de versioner som fanns att tillgå under november och december 2015, som i detta arbete fått agera sanning.

### Uppsala kommun

Uppsala kommun har tillsammans med Uppsala vatten tagit fram ett dagvattenprogram med syfte att möta de krav som ställts av Vattendirektivet samt främja en god bebyggd miljö (Uppsala kommun 2014). Enligt programmet är de övergripande målen för Uppsalas dagvattenhantering:

- Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen

- Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks
- Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter och att grundvattnets status inte försämras
- Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap (Uppsala kommun 2014, s. 7).

### Stadsbyggnadsprojektet Södra staden

Kommunen ser tre huvudsakliga utmaningar med denna stadsutveckling och har formulerat en hållbarhetsstrategi som ska fungera vägledande i det fortsatta arbetet (Uppsala kommun 2015a, s. 14). Denna hållbarhetsstrategi går ut på att (1) "värdesätta det unika", med avseende på värdefull natur och bebyggelse, ett (2) "möjliggörande för det goda livet" där trivsel, trygghet och personlig utveckling ska bidra till ett integrerat samhälle och (3) "tänka nytt" där mod och innovation efterfrågas för att skapa nya tekniska lösningar för framtiden (Uppsala kommun 2015a, s. 14).

### Stadsdelsprojektet Ulleråker: Strategier

Områdesutvecklingen av Ulleråker tar avstamp i den Fördjupade översiktsplanen för Södra staden (Uppsala kommun 2015a). Planprogram för Ulleråker formulerar tre övergripande strategier som ska ta fasta på utmaningar och styrkor inom området (Uppsala kommun 2015b, s. 18).

#### 1, Värna vattnet

Ulleråkers relation till Fyrisån är attraktiv, identitetsstark och har förmågan att koppla samman stadskärnan med sjön Ekoln. Detta är en unik kvalitet som kan bidra till Ulleråkers identitet (Uppsala kommun 2015b, s. 18). Under Ulleråker finns även grundvattnet, som bidrar med rent dricksvatten till hela Uppsala tätort (Uppsala kommun 2015b, s. 18). Detta ställer höga krav på hur utvecklingen i Ulleråker kan ske enligt planprogrammet. Planprogrammet ser då

möjligheter för en hållbar stadsutveckling och hållbara transporter samt en god vattenmiljö som nyckelfrågor (Uppsala kommun 2015b, s. 18).

#### 2, Skapa samband

Om Ulleråker planläggs med goda förbindelser till omgivande områden, kan Uppsalas södra stadsdelar få en bättre koppling till stadskärnan (Uppsala kommun 2015b, s. 18). Genom ett integrerat möte mellan stad och natur ska spridningssambandet för arter knutna till gamla tallar även bibehållas (Uppsala kommun 2015b, s. 19). De historiska byggnaderna ska samspela med ny bebyggelse, där dynamik i tid präglar områdets identitet (Uppsala kommun 2015b, s. 19).

#### 3, Fånga framtiden

Ansvar och innovationskraft är vägledande i utvecklingen där kommunen medvetet tar en roll som "aktiv spelare" som tar ansvar för områdets struktur och långsiktiga hållbarhet där hög kvalitet hela tiden ska genomsyra processen med hållbara transporter och god vattenmiljö i fokus (Uppsala kommun 2015b, s. 19).

### Stadsdelstorget - Uppsala kommuns krav och önskemål

Väldig lite är bestämt när det kommer till innehåll och exakt utformning av stadsdelstorget, men vissa saker kan utläsas i Fördjupad översiktsplan för Södra staden och Planprogram för Ulleråker.

#### Funktioner, rörelsestråk och kollektivtrafik

Den fördjupade översiktsplanen för Södra staden (2015a, s. 41) fastslår ett antal riktlinjer som ska gälla för alla utvecklingsområden inom Södra staden.

Den beskriver att torgplatser ska möjliggöra för större möten och vara identitetsbärande, innehålla många funktioner och vara väl definierad i form och yta.



Den påtalar även vikten av att utgå från platsens förutsättningar gällande natur-, kultur- värden, mikroklimat och utblickar. Rörelsestråken ska anpassas till förutsättningarna och fotgängare, cyklister och kollektivtrafik ska prioriteras där kontinuitet och orienterbarhet nämns som viktiga egenskaper (Uppsala kommun 2015a, s. 43).

Stomlinjestråket ska innehålla kollektivtrafik med hög turtäthet och prioriterad framkomlighet, samt möjliggöra en framtida utbyggnad av spårbunden trafik (Uppsala kommun 2015b, s. 20). Stråket ska utgöra området ”pulsåder” som möjliggör ett aktivt stadsliv med både kommersiella och offentliga mötesplatser (Uppsala kommun 2015b, s. 22).

Platsbildningen kommer inte bara utgöra ett stadsdelscentrum utan även vara en nod dit många människor kommer till och reser ifrån varje dag (Uppsala kommun 2015b, s. 22). Detta ställer ytterligare krav på vilka funktioner som bör finnas. Utöver att erbjuda en promenad- och cykelvänlig stadsdel kommer även krav på att kunna byta färdmedel vid stadsdelscentrum, såsom mellan cykel och kollektivtrafik eller bil och cykel (Uppsala kommun 2015b, s. 22).

Två större parkeringshus kommer vara lokaliserade i närheten av torget, där tanken är att boende i området ska kunna lämna bilen, för att sedan ta sig vidare med annat färdmedel (Uppsala kommun 2015b, s. 25). Detta kräver att ett stort antal cykelparkeringar kommer behöva finnas vid hållplatsen.

### Sociala ytor

Vid hållplatsen kommer goda möjligheter för mötesplatser finnas där denna plats ges fokus på kommersiell service som tillåts ta trottoar och torgbildning i anspråk (Uppsala kommun 2015b, s. 26).

### Höjder

Planerade hushöjder kring platsbildningen är byggnader som varierar mellan 4 och 12 våningar (Uppsala kommun 2015b, s. 36). Gatorna är i detta skede planerade att vara bomberade med högsta höjd i mitten på vägkroppen. En övergripande plan för nyckelhöjder visar att området kring platsbildningen kommer att ha en nedåtgående lutning längs huvudstråket från norr mot sydost (Sweco 2015, opublicerat material).

### Ekologiska sammanhang

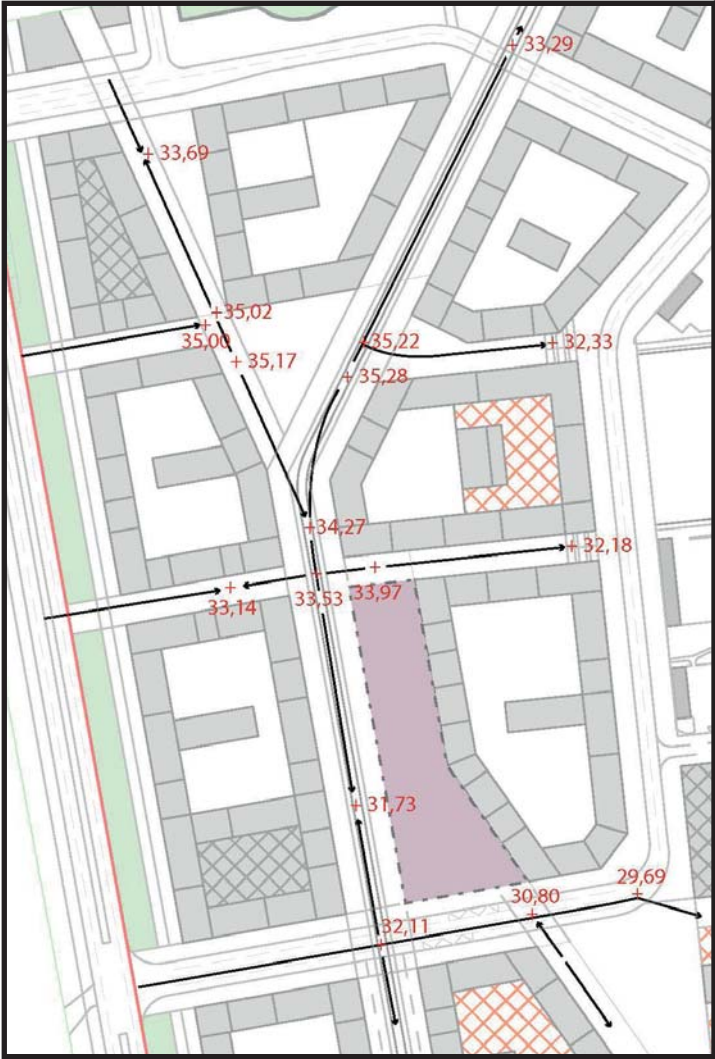
I Planprogrammet nämns tallnätverket som en spridningskorridor för värdefulla arter knutna till framförallt äldre tallar som bör integreras i den nya stadsdelen (Uppsala kommun 2015b, s. 16).

### Dagvattenhantering

Stora delar av Ulleråker ligger inom den inre skyddszonen för grundvattentäkt med direkt anslutning till åsen och åskärnan (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript). Läckage av drivmedel, från till exempel trafikolyckor, riskerar idag att infiltrera då avledning saknas för vägarna (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript). Det finns inte heller något skydd som hindrar släckvatten från brandbekämpning att infiltrera och spridas till grundvattnet. Släckvatten kan innehålla miljöfarliga ämnen som till exempel organiska halogener, alifatiska och aromatiska kolväten, PAH: er, tungmetaller, flamskyddsmedel, ftalater (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript).

### Rening

Den lösning som presenteras av Sweco Environment (2015b, opublicerat manuskript) under november 2015 bygger på att inget vatten som är förorenat får infiltrera inom det oskyddade området utan måste omhändertas och ledas bort i täta ledningar för rening innan det når Fyrisån. Sex stycken dagvattendammars dimensioneras för respektive delavrinningsområde och dagvattnet fördröjs i täta växtbäddar både i gata och på kvarter-smark (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript). Inom det skyddade området tillåts vatten från grönytor, tak och gång och cykelvägar samt sparsamt trafikerade ytor att infiltrera. Smutsigt dagvatten inom det skyddade området från till exempel trafikytor ska dock avledas till dagvattendammarna för rening där gatorna kommer att utgöra sekundära avrinningsvägar (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript). Dagvattensystemet ska vara utformat för att kunna ta emot ett regn med återkomsttid på 10 år. Vid större mängd ska transport på vägbanor till fördröjningsdammar vara möjlig (Sweco Environment 2015b, opublicerat manuskript).



Figur 21. Höjder i gaturummen enligt Sweco 2015-12-17 Illustration: Författaren efter Sweco 2015a [opublicerat manuskript].

### Analys

Området för det planerade torget inhyser många värden som bör tas med i beaktande. Som Planprogrammet och Fördjupade översiktsplanen betonar är läget, vattnet och åsens intryck värda att ta tillvara på. Att värna dricksvattentäkten är ett av detta arbetes huvudutgångspunkter.

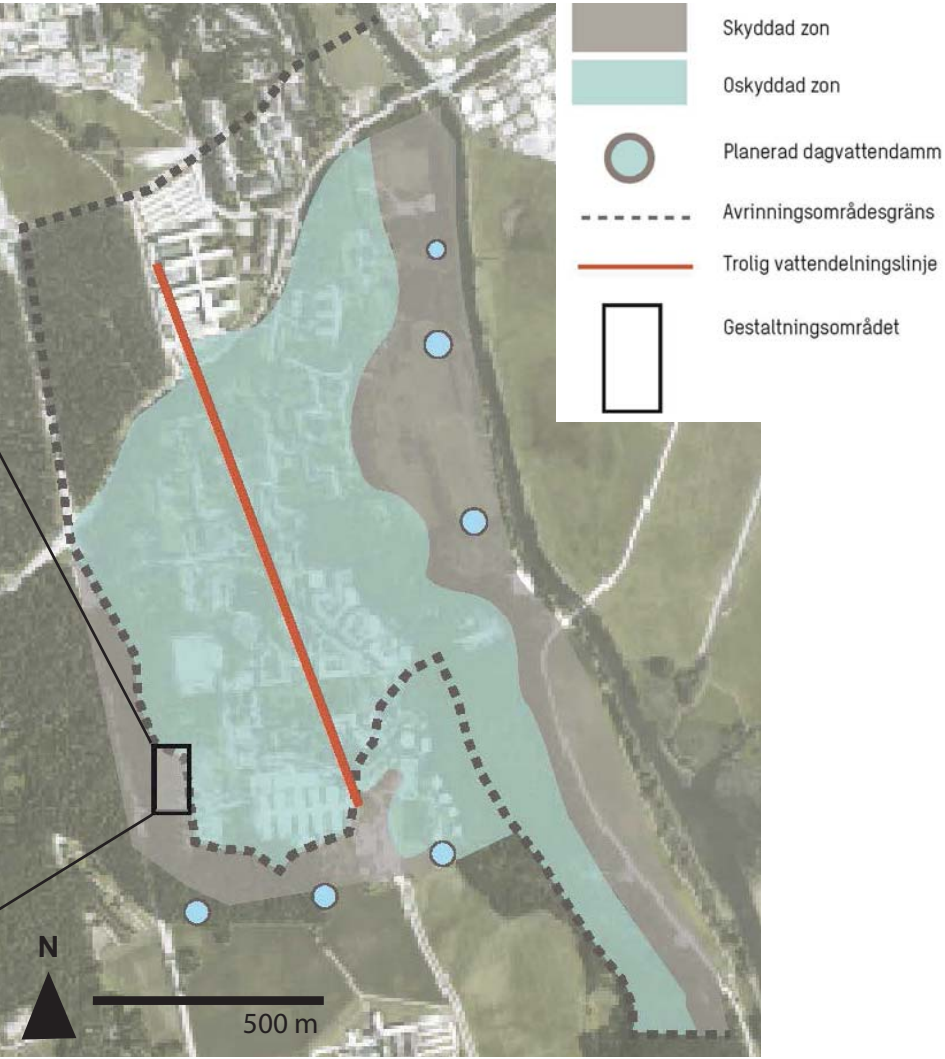
### Platsens förutsättningar

Det planerade torget är långsmalt med en något oregelbunden form där den södra delen byggs på med en triangulär breddning. Torgytan är 127 meter långt och 27 meter brett på det smalaste stället och 49 meter på det bredaste.

Torget ligger i rak vinkel mot söder, vilket tillsammans med den långsmala formen kommer att ge störst solexponering i den södra delen och mot den fasad som är något vinklad från torget. De angränsande höjderna som finns satta i gaturummen ger en lutning från nord till sydost vilket kommer att påverka hur avrinning till växtbäddarna kan ske.

### Rörelsestråk och målpunkter

Torget i närhet till två hållplatser, med byten där emellan, kommer att innebära många fotgängare som vill ta sig till och mellan dessa hållplatser. Parkeringshusen som är lokaliserade i södra delen av torget kommer även de innebära många fotgängare som vill nå verksamheterna runt torget samt kanske cykelparkeringen för att byta transportmedel enligt Planprogrammet. En förskola är placerad strax nordost om torget från vilken det också ska vara lätt att ta sig från/till hållplatsen och verksamheterna.



Figur 22. Grundvattnets sårbarhet samt planerade dagvattendammars. Källa: © Lantmäteriet i2014/764 samt Sweco Environment (2015).

### Funktioner och ytors placering

Torget ska som den fördjupade översiktsplanen framför vara tydligt definierad i form och yta, vara identitetsskapande samt ta tillvara på utblickar. Med grund i att ytan även ska utgöra nod för kollektivt resande kommer många även vänta på denna plats. Det bör då finnas en lektyta för mindre barn som är i sällskap med sina föräldrar. I anslutning till hållplatsen bör det även finnas plats att vänta under tak.

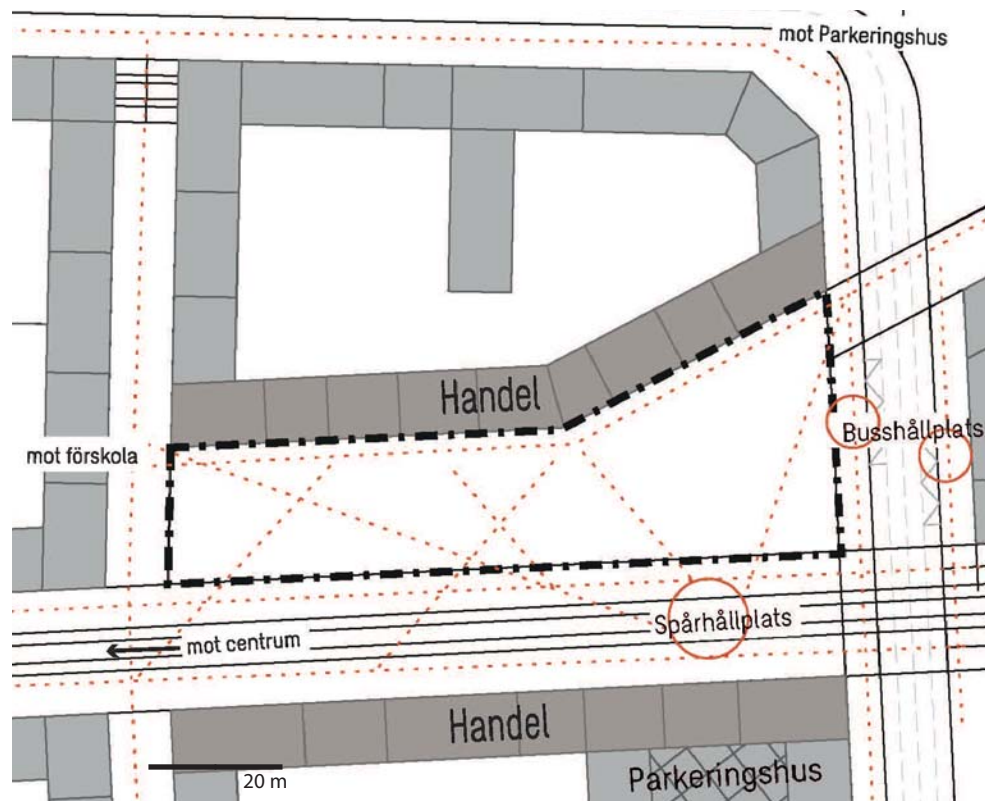
Ett antal allmänna ytor för umgänge och lugna sittplatser bör även finnas för de som inte vistas på uteservering. Uteserveringar kan ta promenadstråk i anspråk enligt Uppsala kommun, men det kan även vara bra att ha en eller flera större uteserveringar som har en definierad yta för att ge plats åt större verksamheter. Det bör även finnas gott om sittplatser i anslutning till lekytan.

Spårhållplatsen kommer utgöra torgets magnet och många kanske vill passa en tid, därför bör det vara god sikt från torget och väntyten mot hållplatsen.

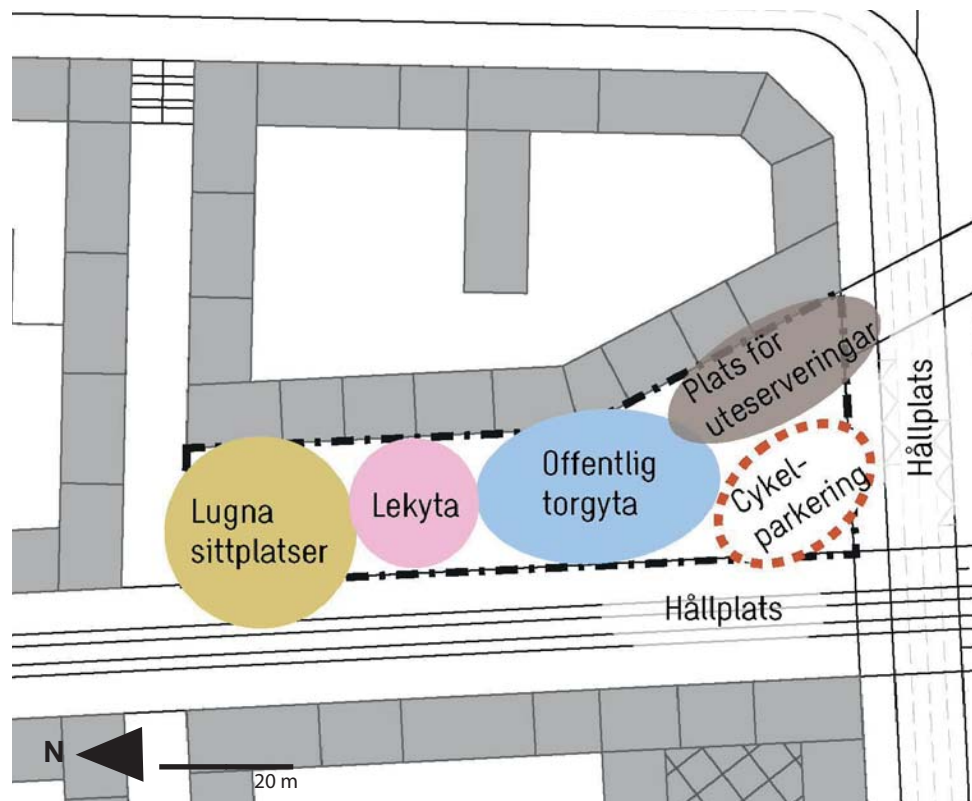
### Dagvatten

Eftersom att ytan är lokaliserad precis utanför den oskyddade zonen för dricksvattentäktens avrinning anses att ytan bör behandlas som om den vore innanför. Det vill säga att inget dagvatten alls tillåts infiltrera. Detta i grund av vad Kent Fridell lyfte under intervjun, där det aldrig går att vara helt säker på hur det ser ut under mark och att en sådan här gränsdragning alltid är ungefärlig.

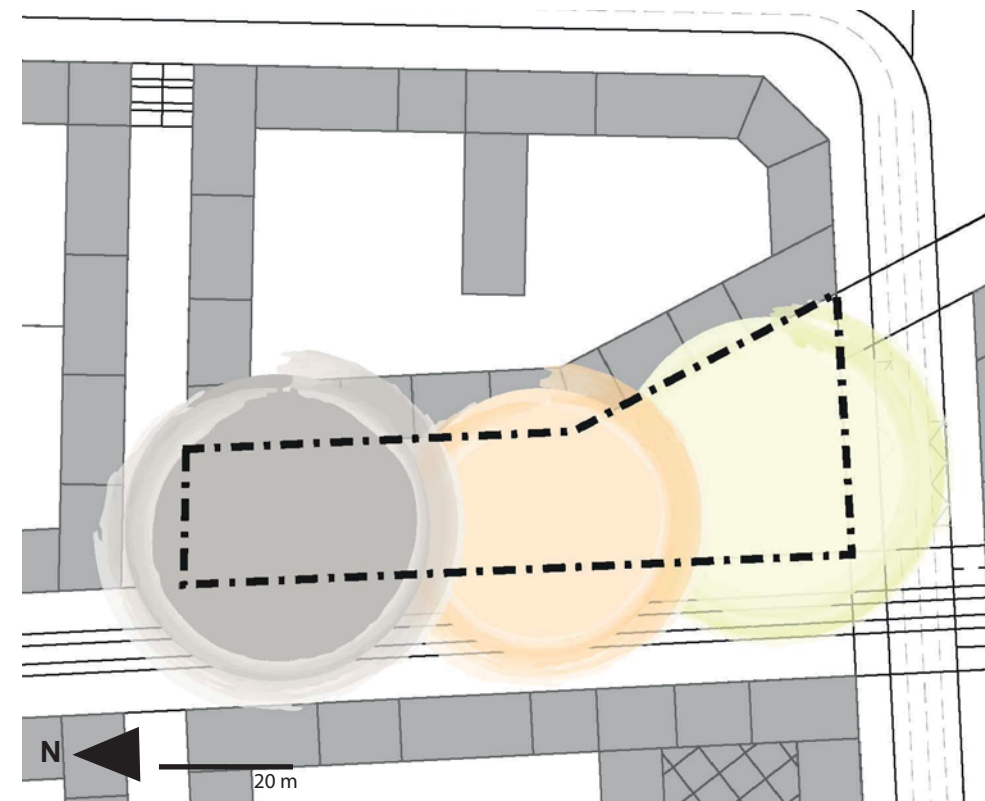




Figur 23. Program- Rörelsestråk och målpunkter. Hållplatserna utgör de främsta målpunkterna från och mellan det ska vara lätt att ta sig till parkeringshusen, förskolan och verksamheterna i byggnaderna i torget.



Figur 24. Program över platsens utformning. En större cykelparkering mellan de båda hållplatserna möjliggör för snabbt byte mellan transportsätt. Uteserveringar kan lämpligen ligga intill fasad med goda solförhållanden. En större sammanhängande växtbädd i kombination med lugna sittplatser placeras i den norra delen av torget där det kan antas röra sig färre människor än närmast hållplatserna. Lekytan och torgytan placeras då mellan dessa som en graderad övergång mellan grönt och hårdgjort.



Figur 25. Solförhållande. Den vinklade fasaden riktad mot sydväst ligger i bäst sol-läge, medan den norra delen har minst sol.

### Huvudsakliga krav och önskemål från Uppsala kommun

Dessa punkter sammanfattar de krav och önskemål från Uppsala kommun som framgått av den Fördjupade översiktsplanen över Södra staden samt Planprogram för Ulleråker.

- Torgplatsen ska möjliggöra för större möten och vara identitetsbärande, innehålla många funktioner och vara väl definierad i form och yta
- Platsens förutsättningar gällande natur-, kulturvärden, mikroklimat och utblickar ska utgöra utgångspunkt.
- Rörelsestråken ska anpassas till förutsättningarna och fotgängare, cyklister och kollektivtrafik ska prioriteras där kontinuitet och orienterbarhet är viktiga egenskaper.
- Möjlighet ska ges för att kunna byta färdmedel vid stadsdelscentrum, såsom mellan cykel och kollektivtrafik eller bil och cykel.
- Dagvattensystemet ska vara utformat för att kunna ta emot ett regn med återkomsttid på 10 år.
- Inget vatten som är förorenat får infiltrera inom det oskyddade området utan måste omhändertas och ledas bort i täta ledningar för rening innan det når Fyrisån.

Eftersom att ytan är lokaliserad precis utanför den oskyddade zonen för dricksvattentäckens avrinning anses däremot att ytan bör behandlas som om den vore innanför. Det vill säga att inget dagvatten tillåts infiltrera.

Punkterna arbetas in i programformuleringen för att uppnå en gestaltning som svarar mot dessa krav och önskemål.

### Programformulering för gestaltningens utformande

Ett program formuleras här som ska fungera vägledande och säkerställa att förslaget tar tillvara på Uppsalas kommuns uppställda önskemål och krav.

Med grund i att detta ska vara ett stadsdelstorg med "puls" i en modern stadsdel kan det vara lämpligt att utgå från ett formspråk som utmärker sig i staden vilket även överensstämmer

med Uppsala kommuns önskan som framgår i den fördjupade översiktsplanen för Södra staden.

Torget lokalisering mellan de två hållplatserna med både parkeringshus, verksamheter och förskolor i närheten gör det viktigt med tydliga stråk som kopplar dessa samman. Ytor i sol kan komma att vara lämpliga att inhysa uteserveringar på.

Att blanda olika lösningar för dagvatten kan vara bra på en så stor yta som detta handlar om. Det finns även tillräckligt stora ytor för att anlägga större sammanhängande växtbäddar varför en lösning liknande den på Jaktgatan kan vara lämplig där en friare placering av växtlighet och mer park-lik känsla vill uppnås. Detta kan kanske göras tillsammans med de lugna sittplatserna.

I anslutning till torget, där en större hårdgjord yta krävs, kan det vara lämpligt med en hårdgjord ytlig avrinning. Här kan det då också vara bra med de utrymmeseffektiva lösningarna så som dem i Hagastaden eller på lokalgatan i Norra Djurgårdsstaden.

För att framhäva dagvattnet bör även en vattenattraktion inkorporeras på platsen. Detta för att synliggöra dagvattnets kretslopp och medvetandegöra passerande om dagvattnet i staden. Utöver det bör dagvattnet i så stor mån som möjligt användas till bevattning. Det är därför eftersträfvansvärt att tidigt ha ett system för hur dagvattnet ska ledas till växtbäddar.

### Program

Gestaltningförslaget ska omfatta ett stadsdelstorg med storstadskänsla där dagvattnet synliggörs genom användandet av multifunktionella ytor och innovationsrika lösningar.

Detta genom att:

- Inrymma en stor yta för många människor som är väl definierad i yta
- Ta hänsyn till gångstråk
- Göra plats för uteserveringar i sol
- Ha sittplatser i närhet till lekytor
- Erbjud lugna sittplatser
- Ha en yta med tak att vänta under i närhet till hållplatserna
- Tillåta god uppsikt över hållplatsen från torget
- Erbjud allmänna sittplatser vid strategiska punkter
- Göra plats för cyklar i närheten av hållplatserna och parkeringshusen

samt

- Innehålla en vattenattraktion (synliggöra dagvattnet)
- Växtbäddar och ytor fördröjer, renar och lagrar nederbörd utan att perkolera ned till dricksvattentäkten
- Förebygga utsläpp av föroreningar i dagvattensystemet
- Ta tillvara på takvattnet från angränsande hus
- Dagvattensystemet kan hantera ett 10-års regn

### Koncept

Utöver programmet formuleras även ett koncept som kortfattat fångar känslan och eccensen av vad som ska uppnås.

"Storstad och dagvatten i samspel"

Konceptet signalerar att storstadskänslan och hänsynen till dagvatten är jämnliska, där båda behövs för att stadsdelstorg ska fungera och uppfylla Uppsala kommuns krav och önskemål. Det är även denna formulering som varit vägledande i utformningen av gestaltningförslaget.



## Processen

stråk- funktion- destinerad infiltrationsyta (lösning)-övergripande höjdsättning- flytta runt funktioner- justera destinerade infiltrationsytor- avrinningsprincip- övergripande höjdsättning- grönskans placering- program-egenskaper- flöden- justera destinerade infiltrationsytor- avrinningsprincip- specificera tekniska lösningar- tillägg av programegenskaper- slutligt utseende

### Stråk

Gestaltningen tog avstamp i programskissen (figur 23) där stråken placerades i strikt raka dragningar till en början. Ett mönster av repeterade kryss började ta form. Gröna ytor som kunde fördröja de hårdgjorda gångstråken experimenterades fram.

Utgångspunkten att det skulle vara enkelt att ta sig fram och tillbaka längs fasaden innebar att det stråk som kallas fasadstråket sattes snabbt och de andra stråken fick komplettera detta. Några huvudstråk började även att växa fram. Det var kopplingen spårhållplats och parkeringshus i sydöst, spårhållplatsen och fasadstråket samt spårhållplatsen med förskolan i nordöst som sattes som högst prioriterade, då dessa målpunkter var de som hade lyfts i analysen som viktiga.

Kompletterande stråk som har lägre ställning i hierarkin blev då de stråk som bidrog till rumsbildande element för torget och hade en dragning som underlättade framkomsten mellan punkter som var motsatta huvudstråkens.

### Funktioner

De olika funktionerna som enligt programmet ska vara med prövades på olika platser med avseende på lämplig placering i förhållande till hållplats och verksamheterna i de östra fasaderna. De ytor som bildats mellan stråken delades upp i mindre delar eller utökades i arbetet med att hitta lämpligt stora ytor för vardera funktion. Under processens gång förkastades vissa placeringar för att sedan tas upp igen lite senare i processen.

Cykelparkeringens ungefärliga placering bestämdes tidigt i processen med tanke på de båda hållplatsernas lokalisering. Cykelparkeringens storlek och utformning var däremot svårare att få fram. Huvudstråket mellan spårhållplatsen och parkeringen satte visserligen en begränsning mot öster, men den triangulära formen var svår att få in ett stort antal cyklar på samtidigt som dagvattnet skulle tas omhand på ett sätt som exemplifieras av förebilderna. Här kom istället litteraturstudien till användning med lösningar för bland annat LOD.

Till en början placerades torgytan i norra delen av torget då en stor uteservering fick hela den vinklade fasaden som ligger i syd-västlig riktning med goda solförhållanden. Denna version användes relativt länge i processen men när en övergripande höjdsättning gjordes och torget skulle utgöra översvämningsyta visade det sig att torgytan inte kunde vara placerat i norra delen. Den övergripande höjdsättningen av gatorna innebar att stadsdelstorget lutade mot sydöst, varför torget fick flytta söderut.

Detta innebar även att en stor del av den ursprungliga uteserveringsytan togs i anspråk. En kompletterande mindre uteserveringsyta fick då ersätta den offentliga ytan som var planerad strax norr om den inledande placeringen av torget, vilket dessutom passade bra ihop med programmet. Lekytan som tidigare hade legat i södra delen ansågs nu kunna utgöra översvämningsyta i norra delen då torget flyttat. Lekytans form fick då ändras till att vara nedsänkt vilket även påverkade dess yttre begränsning.

### Formspråk

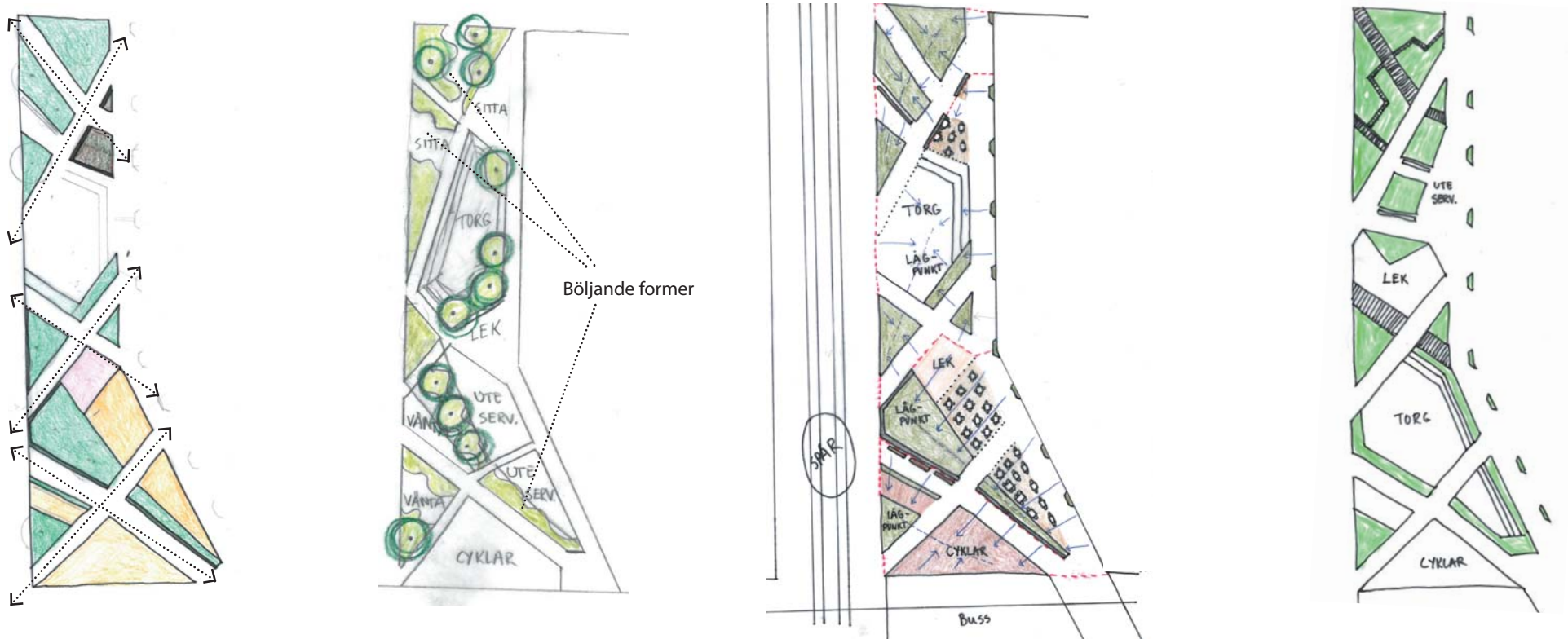
De strikta dragningarna av stråk skapade ett kantigt formspråk. Det försöktes i några skisser att lättas upp med böljande former på stråk och växtbäddar, men kontrasten mot husfasadens kantiga brytning som skapade en osammanhängande komposition, gjorde att det blev de raka linjerna som fick vara kvar. De långa stråken bröts istället upp med veckningar, för att skapa variation och sekvenser. Detta gav dessutom ett uttryck som var tydligt definierat och formstarkt.

### Rumsbildande vegetation

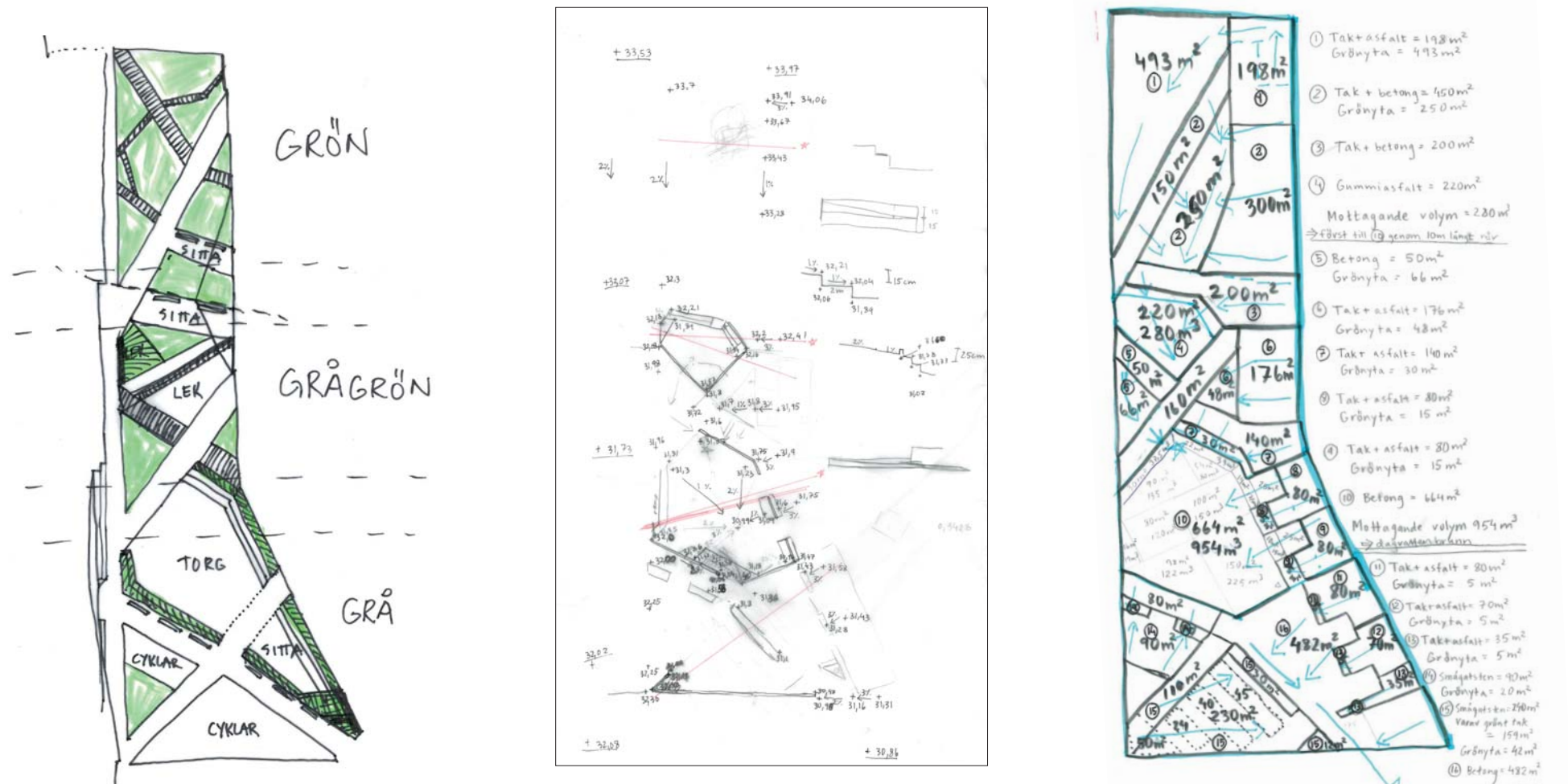
När funktionerna var utplacerade och de tekniska lösningarna var något så när bestämda, arbetades vegetationens funktion och placering fram. I den stora gröna ytan i norr som utgjordes av en sammanhängande växtbädd fokuserades växtligheten till träd och andra rumsbildande mindre element.

Ytterligare träd placerades söder om lekytan och vid spårhållplatsen för att ge skugga. Träden skulle verka för att markera huvudstråket och utgöra en visuell barriär mellan fasadstråket och huvudstråket, men inte utgöra barriär mellan hållplatserna och torget.

En gradient från grönt till hårdgjort lektes fram, där principen var att ha mest grönt i norr och mest hårdgjort i söder. Denna princip visade sig vid flödesberäkningarna inte fungera då det blev för stora volymer dagvatten i den södra delen. Ytterligare gröna ytor fick därför läggas till vid den södra uteserveringen vilket innebar att gradienten lättades upp något.



Figur 26-29. 26) De stråk som lyftes i analysen drogs i strikt raka dragningar där ett mönster av kryss började växa fram. 27) Funktionerna placerades ut och jag provade med något mer böljande former på mötet mellan hårt och grönt. 28) En avrinningsprincip med destinerade infiltrationsytor visade att torget inte kunde ligga i norra delen om den även skulle användas som översvämningsyta. 29) Torgytan flyttas söderut och lekytan blir större för att även den kunna användas som översvämningsyta.



## Del 2: Gestaltningsförslag

---

I detta avsnitt presenteras det övergripande gestaltningsförslaget med princip för avrinning, vilka lösningar som valts och hur dessa är utformade.



”Storstad och dagvatten i samspel”

Stadsdelstorget utformas efter premissen att kunna hantera ett regn med återkomsttid på 10 år. En större sammanhängande grön del utformas därför i anslutning till de lugna sittplatserna, för att skapa ett mindre parkrum på torget. Detta ger en stor fördröjande förmåga och minskar andelen hårdgjord yta.

Ett formspråk med raka linjer i diagonaler förstärker stråken där stor variation i val av väg ges, men den hårdgjorda ytan hålls begränsad. En gradient i grönt till hårdgjort skapas genom att placera den gröna delen längst i norr, där större träd kan stå utan att skymma sikten mot torget från hållplatsen och tillåter solen att nå större delen av stadsdelstorget. Torget, som är den största hårdgjorda ytan placeras därför längre söderut med en trappning där stora sitttor riktas mot sydväst. Ytterligare sittplatser placeras även i västra delen för de som vill ha närmre till hållplatsen.

Lekytan placeras mellan torget och den gröna delen i anslutning till en mindre uteservering. Denna del erbjuder en intimare, mer småskalig miljö, där man kan umgås och njuta. Söder om torget, närmast hållplatserna kommer pulsen vara högre, med fler människor som rör sig. Den ges därför en tydlig indelning, där cykelparkeringen ges en utformning som möjliggör en enkel passage och snabb parkering för de som är på väg någonstans. Den andra delen möjliggör för en större uteservering intill fasadstråket där placeringen möjliggör goda solförutsättningar både på dagen och senare på kvällen.

De breda stråken och skarpa vinklarna ger ett modernt storstadsintryck där de mjuka formerna i växtligheten skapar en kontrast som balanserar helhetsintrycket.

Den gröna delen överbyggd med mindre bryggor på vilka enskilda sittplatser placeras. Här kan man sitta ensam bland grönskan och avskärma sig från storstadspulsen ett slag.

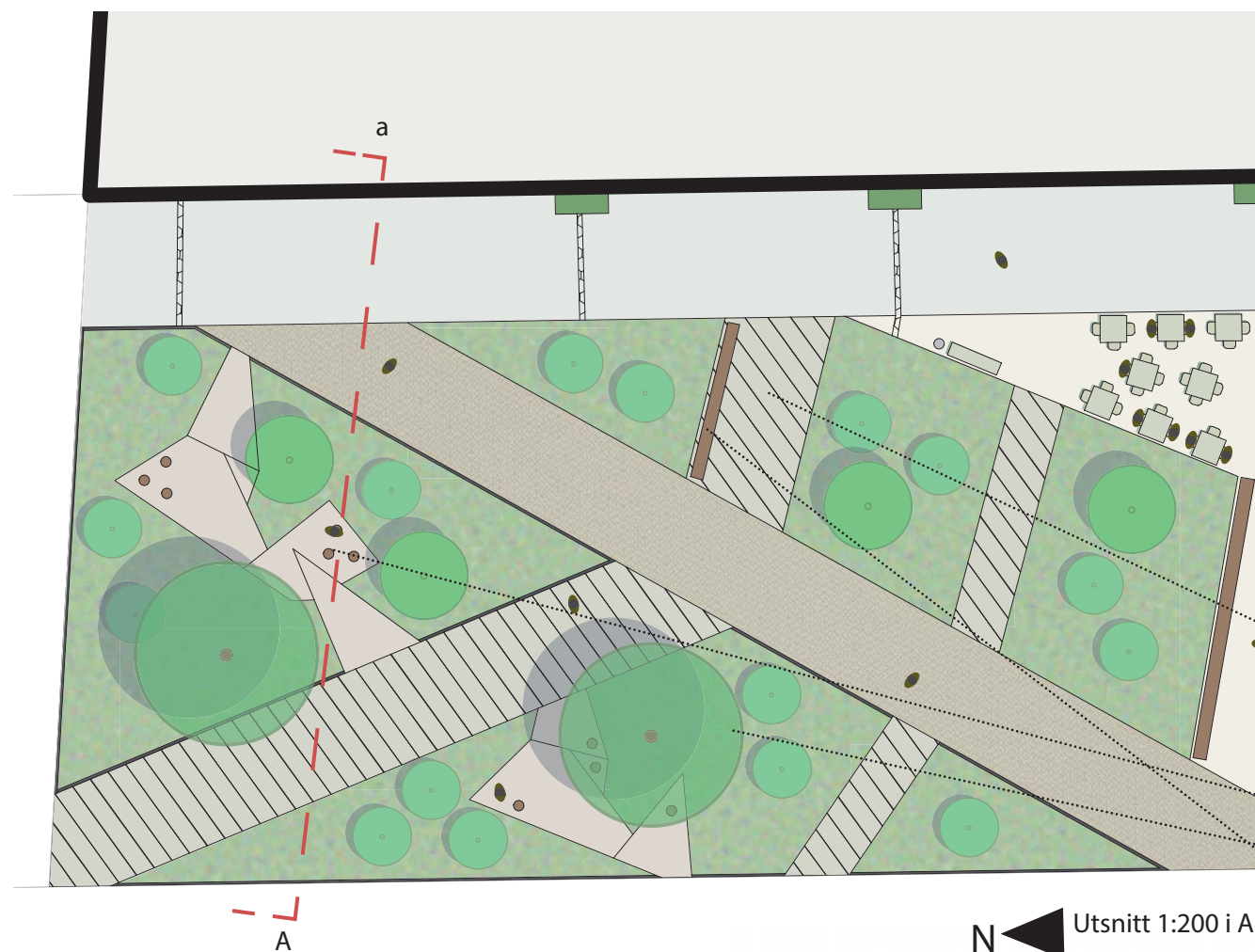
Lekytan görs något nedsänkt i förhållande till stråken för att skapa en tydligare rumslighet och även möjligheten att fungera som översvämningsyta. En snirklande ränna samlar och transporterar nederbörden från den gröna delen. Rännan fylls med vatten vid regn och ger barnen ett roligt inslag att leka med.

Hela torget är nedsänkt i förhållande till stråken och fungerar därför som översvämningsyta. Över den lätt skålade hårdgjorda ytan transporteras nederbörden och i de fall det regnar möjliggör en svagt upphöjd gångväg att man kan passera torrskodd.

Cykelparkeringarna längst söderut ges gröna tak för att fördröja och lagra nederbörd samt bidra med grönska till en annars relativt hårdgjord yta. Ett väderskydd i det sydvästra hörnet är även det belagt med grönt tak och fungerar dessutom som portal till torget från korsningen mellan de två hållplatslägena.



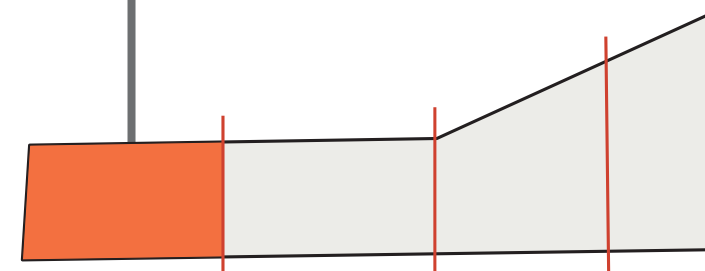




## Gröna rummet

Det gröna rummet definieras av den sammanhängande växtbädden som möjliggör för större träd och en lummigare växtlighet. Samtliga gångstråk är utformade som bryggor där ett alternativt stråk med mindre oregelbundet formade platser ger möjlighet att sitta mer avskilt. En längre bänk placeras i anslutning till fasadstråket för att ge trötta fötter en chans att vila eller större sällskap som vill sitta lite mer avskilt i grönska.

Den större sammanhängande växtbädden i den gröna norra delen av torget är utformad för att ge goda växtbetingelser för träd och kommer ta emot dagvatten från en i förhållande mindre hårdgjord yta. Fokus ligger här på bevattning och att möjliggöra för de mindre växterna att överleva. En geotextil läggs därför mellan växtbädden och det luftiga bärlagret för att förbättra vattenhållandeförmågan i det övre lagret. Lösningen är en kombination av den på Jaktgatan och den i Norra Rosendal. Även här läggs bark på ytan för att få ytterligare renande effekt. En terrassering där ett antal avskiljande barriärer läggs i syd-västlig riktning ger även utjämnande funktion i den avlånga växtbädden som annars riskerar att vattnet bli mycket ojämnt fördelat.



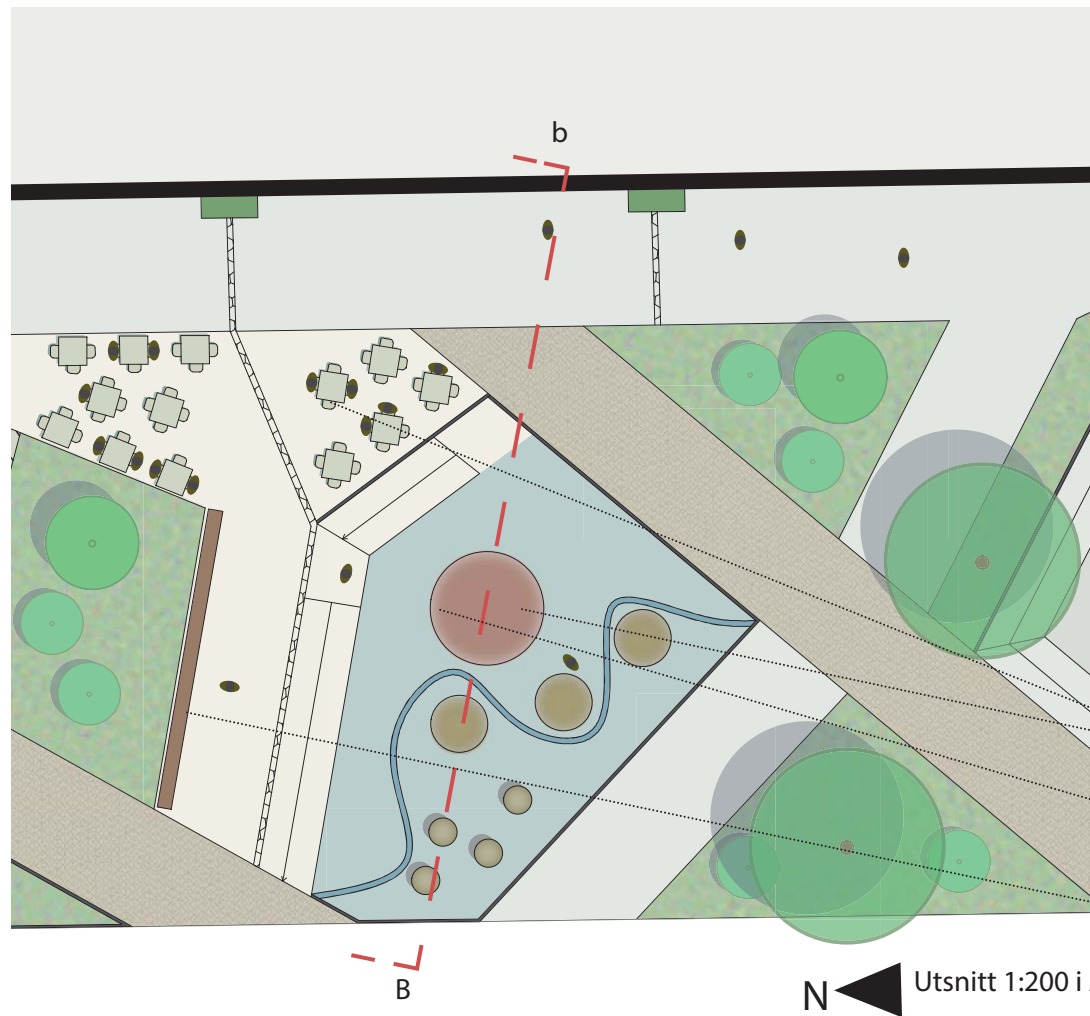
*Genväg*  
*Sitta enskilt*  
*Lummig grönska*  
*Sitta tillsammans*



Figur 33. Vy. Med en större sammanhängande växtbädd kan rumsligheten förstärkas med lummig grönska. De upphöjda bryggorna tillåter även fotgängare att promenera i växtligheten för att komma grönskan nära.

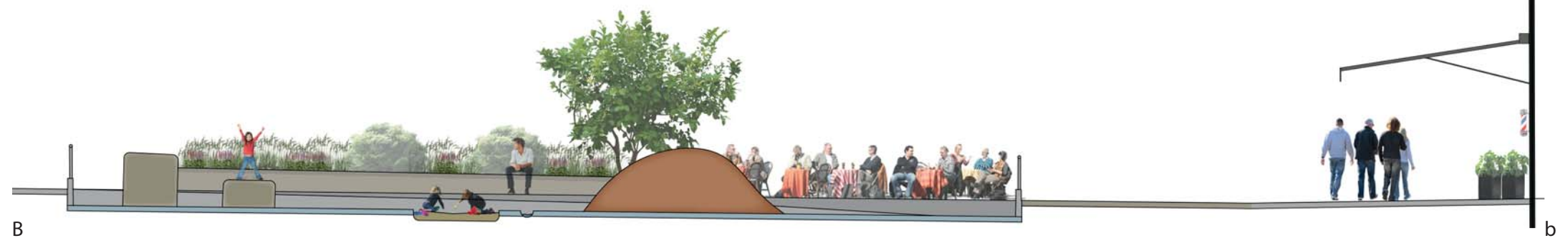
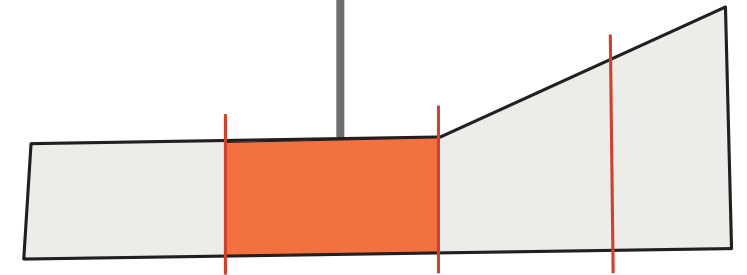
Vy genom gröna delen 1:100 i A3





## Lek och uteservering

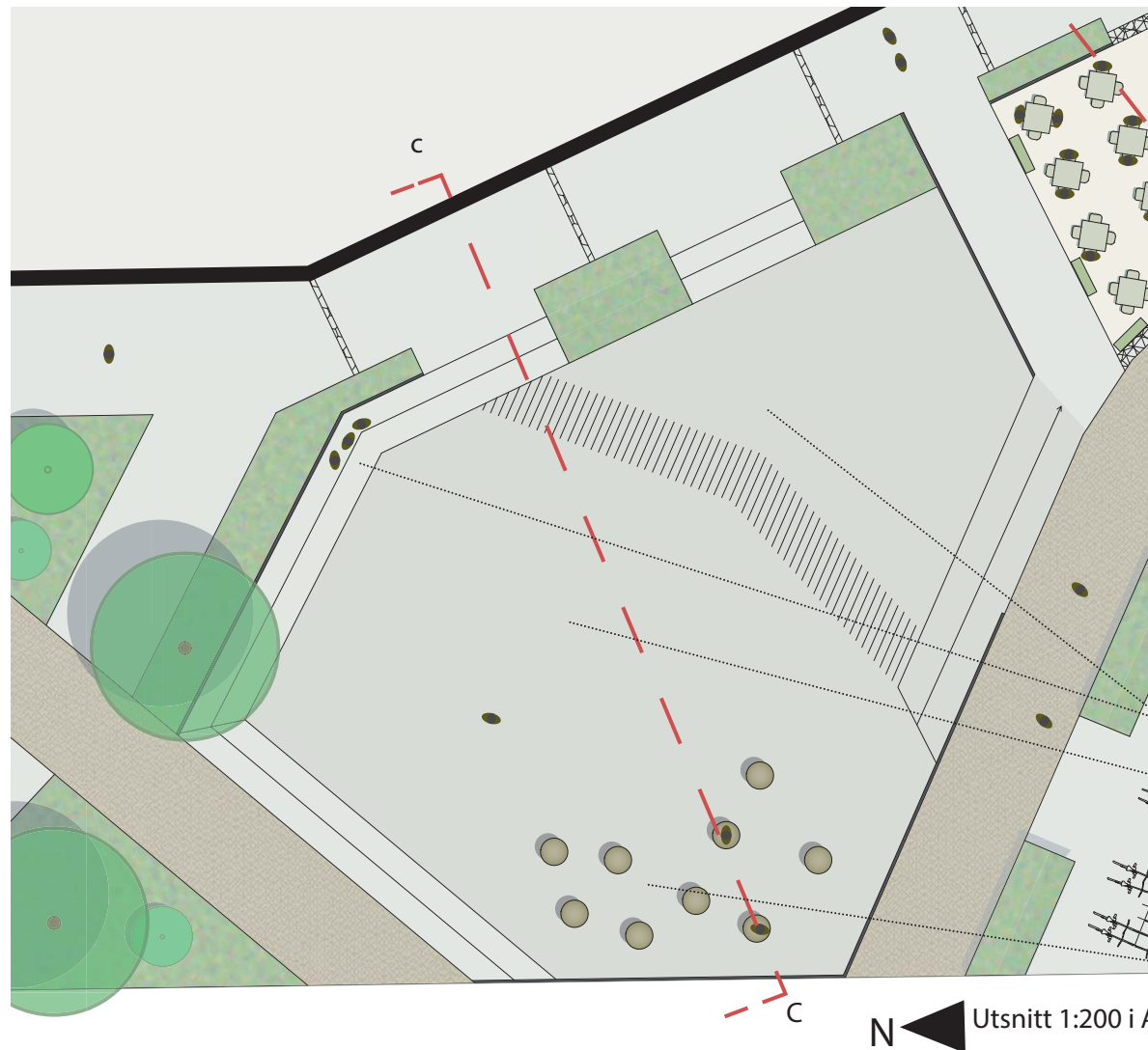
Denna del utgör en av noderna på stadsdelstorget. Hit kan barn komma och leka, trötta föräldrar sitta i solen på den långa bänken eller ta en kaffe i anslutning till lekytan. Den nedsänkta lekytan är avgränsad med räcke mot söder för att skapa en trygg miljö att leka på. När det regnar leds dagvattnet i en nedsänkt snirklig ränna som lyfter fram dagvattnet och ger ett lekinslag som endast förekommer vid regn. Uteserveringen ges en oregelbunden form för att smälta in i stadsdelstorgets resterande utformning och inte ta så stor visuell uppmärksamhet då det är omöblerat.



Figur 34. Vy. Lekytan fungerar både som översvämningssyta och lekplats för mindre barn. I nära anslutning till lekytan finns en lång bänk i bra solläge och en uteservering.

Vy genom lekytan med uteservering i bakgrunden 1:100 i A3





## Torget

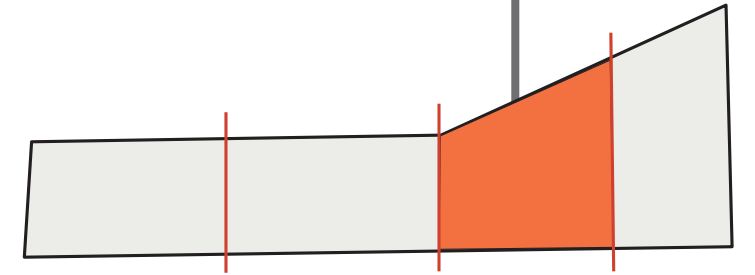
Torgdelen förläggs med en trappning ner till den skålförmade torgytan för att skapa rumslighet och fungera som översvämningsyta. Trappning kan även fungera som amfiteater vid större evenemang på torget. Trappningen är riktad mot sydväst för att optimera solchanserna. Det är även lätt att hålla uppsikt över hållplatsen härifrån.

Ytterligare sittplatser placeras ut i västra delen av torget där det är närmre till hållplatsen och placeringen något mer spontan. Dessa sittplatser kan även fungera som dekoration och ge en fokuspunkt och inramning. En svagt upphöjd gångväg ger möjlighet att passera över torget även då en vattenspegel täcker en del av ytan.

## Södra fasadstråket

I den södra delen av gångstråket närmast fasaden har en så lite utrymmeskrävande som möjligt valts. Den är en kombination av den på lokalgatan i Norra Djurgårdsstaden och det täta biofiltret med vattenlås som lyfts i Vinnovas inventering. Eftersom att en liten yta ska ta emot en stor mängd dagvatten har en djup bädd valts med bräddningsbrunn. Genom att även ha ett vattenlås förbättras växternas förhållanden och en ytterligare reningseffekt uppnås. Ett sandfilter och stenar avskiljer dessutom sediment innan dagvattnet når växtbädden. Min bedömning är att det är på detta stråk flest människor kommer röra sig och därmed stor del föroreningar kommer kunna finnas.

Dessa växtbäddar tar även emot takvatten som det vid en eventuell brand kan komma stora mängder föroreningar. Detta bidrar till att en högre reningskapacitet valts för denna lösning.



*Sitta tillsammans*  
*Vattenspegel Torg*  
*Vänta*

Gångspeljé  
genom vatten



Trappning och  
vattenspegel



Det nedsänkta torget fungerar både som översvämningsyta och erbjuder sittplatser i trappningen

Figur 35. Vy. Det nedsänkta torget bildar en rumslighet som kompletteras med en ram av grönska. I trappningen ner till torgytan kan man sitta i solen eller vänta på de mer enskilda sittplatserna nära hållplatsen i väst. I det fall att det regnar och en vattenspegel bildas på torget, kan man passera torrskodd på den upphöjda gångvägen.



Vy över torget 1:100 i A3

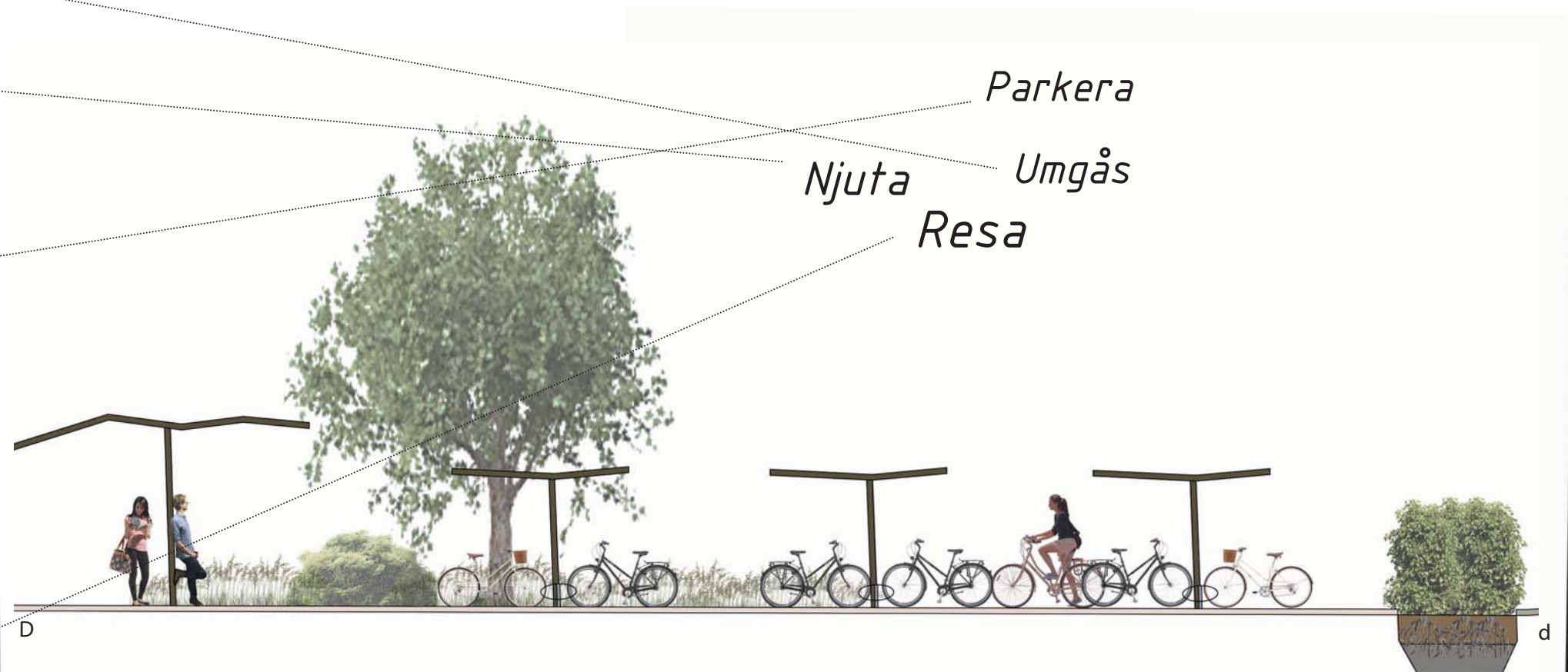




N Utsnitt 1:200 i A3

## Cykelparkering och uteservering

Denna del är tydligt indelad i två områden där den närmast fasaden lämnar utrymme för en större uteservering i sol. Den andra delen ger en enkel och tydlig passage till spårhållplatsen och parkeringshuset för de som kommer till torget från sydost. Denna passage sekvenseras även med en något knicksad dragning för att ge en intressant upplevelse där första uteserveringen passeras på höger sida för att låta en vy över torget öppna upp sig. Ett stort antal cykelparkeringar med gröna tak förläggs mellan de båda hållplatserna. Dessa ordnas i vinkel från hållplatserna för att underlätta en snabb hämtning och lämning av cykeln. Hållplatsrummen utökas även genom att låta en portal i det sydvästa hörnet fungera som väderskydd med grönt tak. Denna markerar torget för de som kommer från infarten från Dag Hammarskjölds väg.



Vy genom vindskydd och uteservering 1:100 i A3

### Cykelparkering

På cykelparkeringen kommer ett grönt tak ta upp och fördröja en stor del av nederbörden. Det är även min bedömning att få människor kommer att uppehålla sig på denna yta, utan bara passera, varför det inte bör föreligga stora risker för förorening av dagvattnet.

Denna lösning behöver därför inte ha så stor renande kapacitet. Lösningen liknar den i Hagastaden med vissa justeringar. Hela växtbädden anläggs i ett betongtråg för att säkert hålla dagvattnet. Detta då området ligger nära gatan och skakningar kan orsaka högre påfrestningar på lösningen än de längre bort från gatan.

Ett skyddande och ytterligare renande lager av bark läggs på denna växtbädd. Stenar läggs även i kantzonen för att förhindra erosion och fånga upp större skräp.

Figur 36 (ovan). Vy. Cykelparkeringen har gröna tak för att underlätta cyklisters vardag och även fånga upp och fördröja nederbörd. Ett större väderskydd är även lokaliserat i hörnet mellan de två hållplatserna. Denna markerar även torget från Dag Hammarskjölds väg från vilken den bildar en portal in på torget.

Figur 37 (t.h). Vy. Uteserveringen är nära lokaliserad fasadstråket och hållplatserna samt har bra solläge för att främja ett torg där folk kan och vill vistas under hela dygnet.



Vy genom uteservering 1:100 i A3

Cykelparkering med gröna tak



Dekorative vattenrännor



Tekniska lösningar

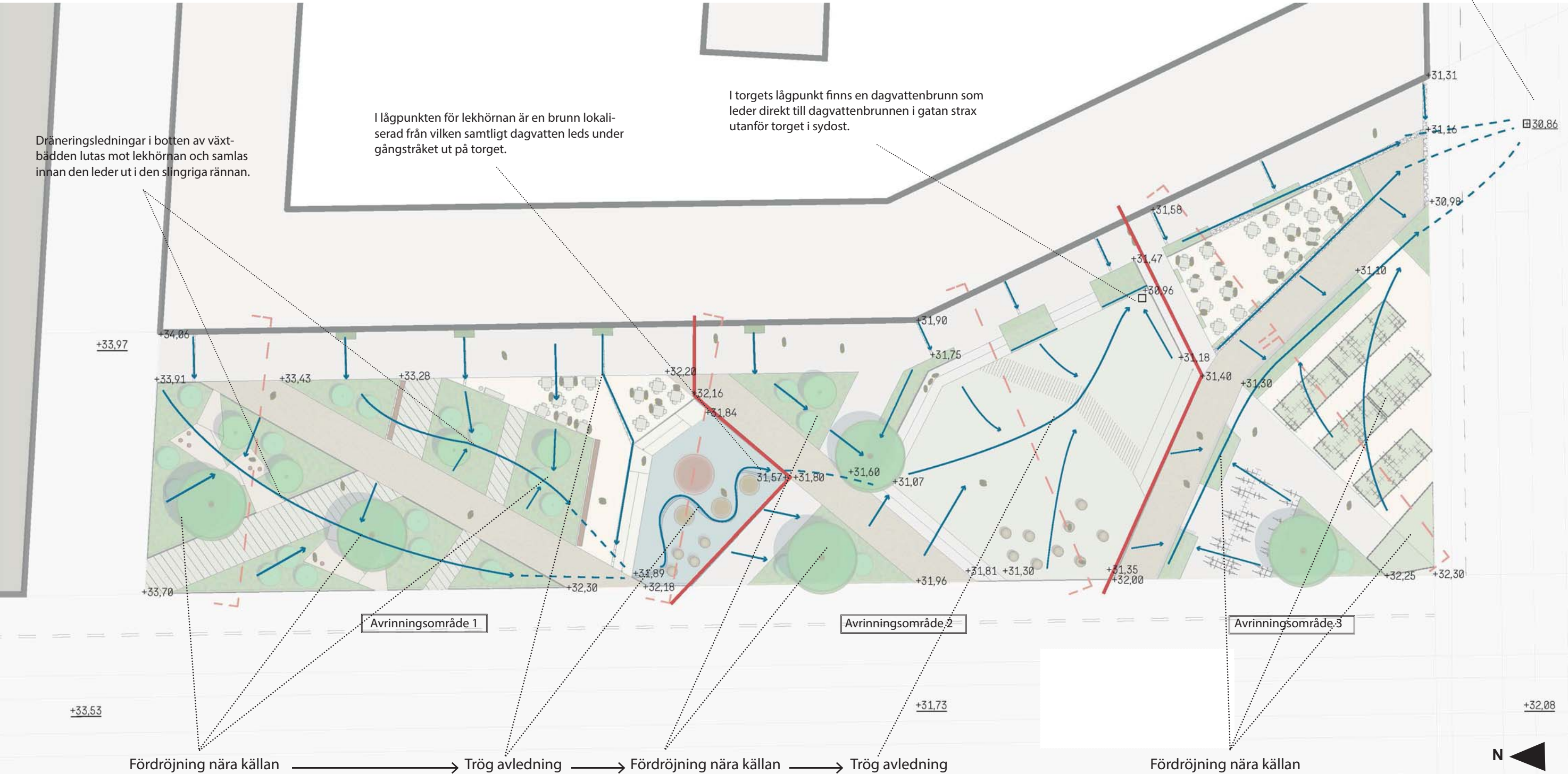
Gestaltningförslaget inkorporerar ett antal tekniska lösningar för dagvattnet.

Avrinning

En övergripande höjdsättning gjordes i ett tidigt skede där hänsyn togs till de höjder som redan var satta i gaturummen. Den naturliga lutningen från nordväst mot sydost över stadsdelstorget drogs nytta av och principen för avrinning byggde vidare på denna. En dagvattenbrunn som är planerad intill det sydöstra hörnet utgör slutdestination innan dagvattnet leds vidare till dagvattendammarna. Stadsdelstorget utgörs av tre stycken avrinningsområden. Det första innefattar det gröna rummet, den mindre uteserveringen och lekhörnan.

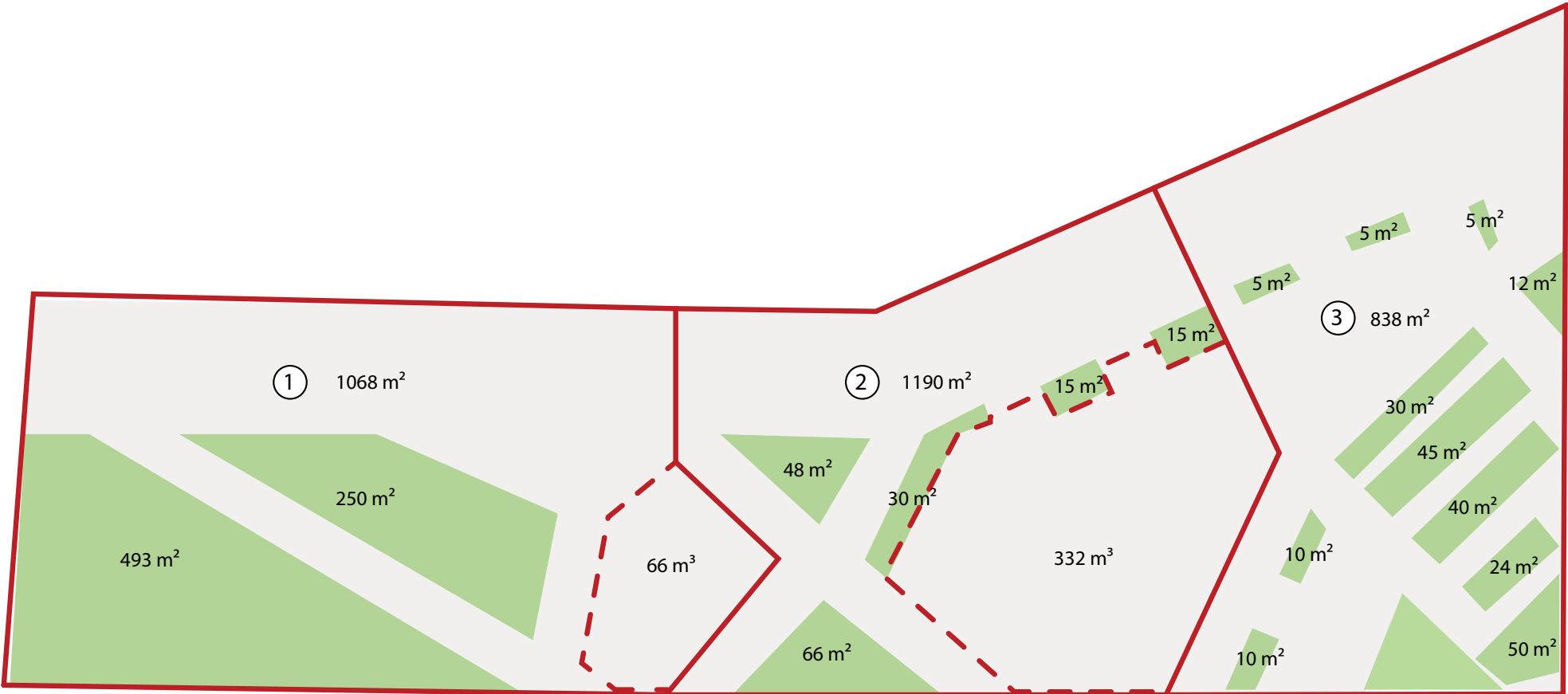
Dräneringsledningar i botten av växtbädden lutas mot lekhörnan och samlas innan den leder ut i den slingriga rännan. I lågpunkten för lekhörnan är en brunn lokaliserad från vilken samtligt dagvatten leds under gångstråket ut på torget. Torget är därmed översvämningsyta för vattenvolymen i avrinningsområde ett och två. I torgets lågpunkt finns en dagvattenbrunn som leder direkt till dagvattenbrunnen i gatan strax utanför torget i sydost. I det fallet att en olycka sker och en förorening sprids inom avrinningsområde ett eller två, kan denna brunn sättas igen och det förorenade dagvattnet lagras på torgytan. Avrinningsområde tre består av den större uteserveringen och cykelparkeringarna. Dräneringsledningar i botten av dessa växtbäddar leds även de direkt till dagvattenledningen i gatan.

En dagvattenbrunn som är planerad intill det sydöstra hörnet utgör slutdestination innan dagvattnet leds vidare till dagvattendammarna i områdets utkant.



Princip för avrinning 1:400 i A3





Figur 38. Stadsdelstorget består av tre avrinningsområden. Genom att beräkna ytan av hårdgjord yta och grön yta kan volymen fördröjt dagvatten beräknas för vardera område vid en vald nederbördsmängd. Lekytan har kapacitet att fördröja 66 m³ och torgytan har kapacitet på 332 m³.

Flöden

Med dagvattenberäkningsmodellen Stormtac togs ungefärliga volymer för vardera avrinningsområde fram. Modellen tar bland annat hänsyn till material och avstånd varför en del material antogs för att få fram en så rättvisande siffra som möjligt.

Det hårdgjorda fasadstråket antogs vara betongmarksten, lekytan gummi-asfalt och de övriga hårdgjorda ytorna asfalt. Halva takytan mot fasadstråket togs även med i beräkningen. De gröna ytorna fick ett schablonvärde för växtbäddar vilkens fördröjande och lagrande förmåga är lägre än de växtbäddar som föreslås i gestaltningsförslaget.

Vid ett strypt flöde, där allt utflöde stängs av (till exempel för att förebygga spridning av föroreningar) och ett 10-års regn kommer avrinningsområde (1) att ansamlas 148m³ dagvatten. Lekytan kan hålla 66m³ av denna volym, resterande kommer att bräddas över gångstråket till torget.

Torget som har en översvämningskapacitet på 332m³ kommer däremot kunna hålla både sitt eget avrinningsområdes volym samt den bräddande mängden från område (1).

Avrinningsområde (3) kommer vid strypt flöde generera 106m³, men denna möjlighet att stänga av utflödet finns dock inte här då dagvattenbrunnen i gatan är områdets slutdestination.

Vid normala förhållanden behöver inte brunnarna sättas igen. Då kommer utflödet vara 14 l/s (motsvarar ett 160/151mm dimension rör).

Lekytan kommer då vid ett 10-års regn att fyllas med 9 m³ vilket fyller den nedsänkta ytan med 25 cm, detta då utflödet är mindre än tillflödet.

Torget kommer vid ett 10-års regn att fylla hela den nedsänkta ytan så att det bli 4,5 cm djupt.

Vid ett 1-års regn kommer lekytan inte få uppdämning av vatten vid 1-års regn, utan endast ett genomflöde, då utflödet är större än tillflödet.

Torget kommer att täckas med en 180 m² yta som är 5 cm djup vid ett 1-års regn, vilket motsvarar att hela ytan täcks med en 1,5 cm djup vattenspegel. Denna yta kommer antagligen ta en oregelbunden långsmal form om måtten 22,5\*8\*0,05 m.

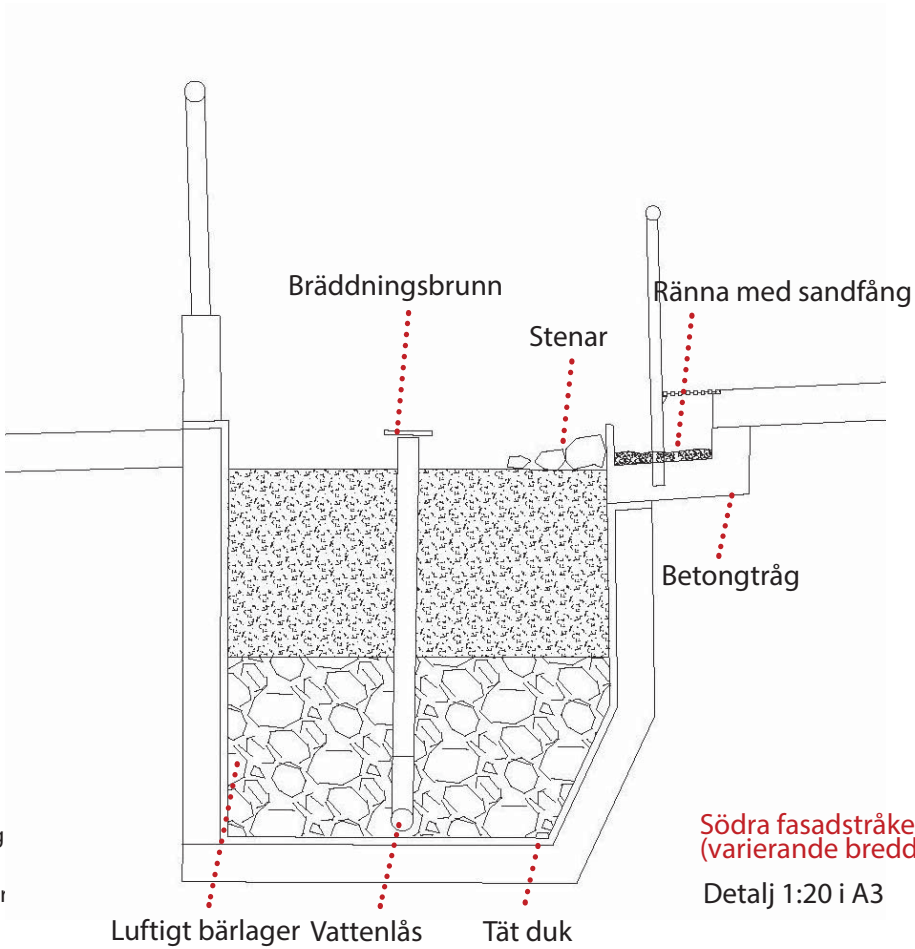
Område	①	①+②	③
10-års regn (strypt utflöde)	148 m³	281 m³	106 m³

Figur 39. Beräknade volymer för avrinningsområdena vid strypt utflöde och ett 10-års regn. Område (1) tillförs 148 m³ men bräddar redan vid 66 m³ över till område (2) som kan hålla hela sin och område (1) uppdämda volym. Område (3) skulle om det gick att stänga av utflödet ansamlas 106 m³, men denna volym rinner direkt till en huvudledning för dagvatten i gatan.

Område ①	10-års regn	1-års regn
Utflöde 14 l/s dimension 160/151 mm	9 m³	- m³

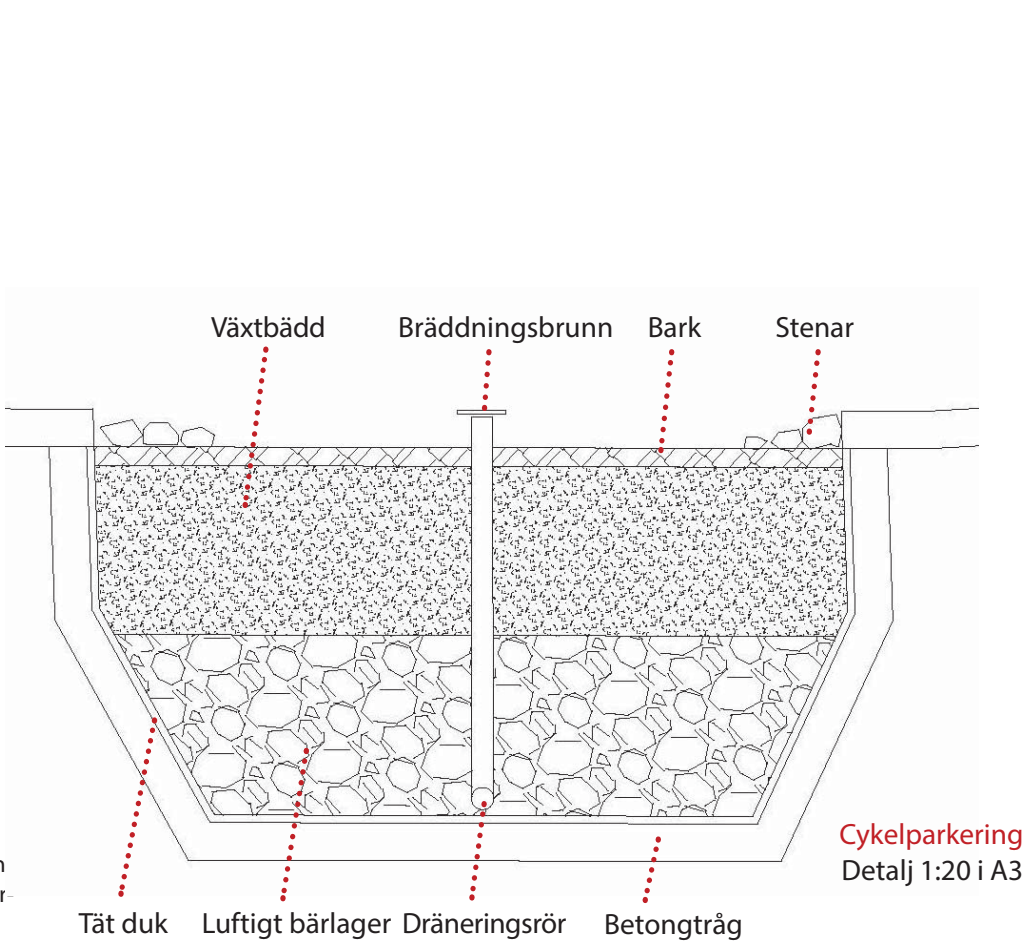
Område ②	10-års regn	1-års regn
Utflöde 14 l/s dimension 160/151 mm	29 m³	9 m³

Figur 40. Beräknade volymer för avrinningsområdena vid utflöde på 14 l/s vid ett 10-års regn samt ett 1-års regn. Område (1) vars volym ansamlas i lekytan genererar 9 m³ vid ett 10-års regn och endast genomflöde vid ett 1-års regn då utflödet är större än tillflödet. I torgytan som ansamlar både område (1) och (2) bildas en vattenspegel på 29 m³ vid ett 10-års regn och 9 m³ vid ett 1-års regn.

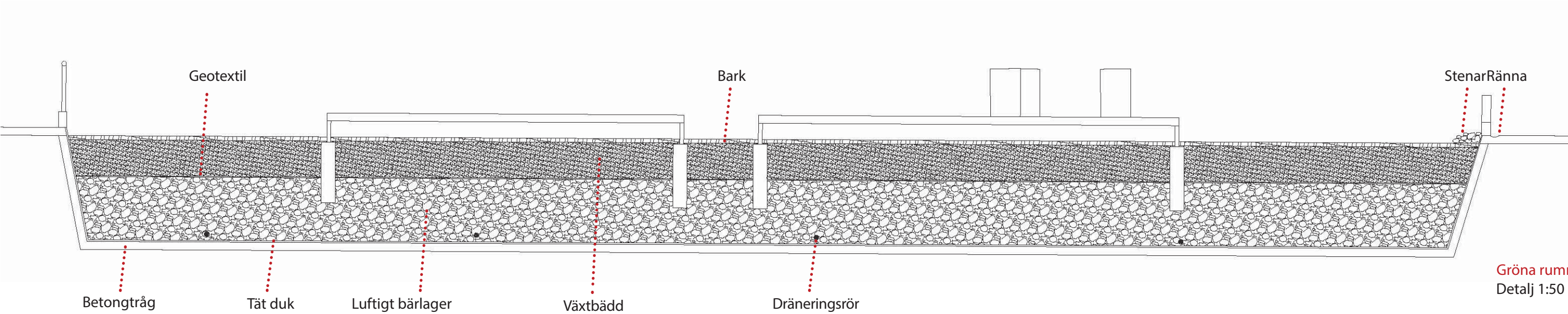


Figur 41. Princip för växtbäddar längs det södra fasadstråket. Dagvattnet leds ner i en ränna med sandfång för att sedan bräddas ut i växtbädden.

Figur 42. Princip för växtbäddar längs cykelparkeringen. Växtbädden anläggs i ett betongtråg för att säkerställa en beständig lösning.



Figur 42. Princip för växtbäddar längs cykelparkeringen. Växtbädden anläggs i ett betongtråg för att säkerställa en beständig lösning.



Figur 43. Princip för växtbädden i Gröna rummet. Den stora volymen ger en stor lagrande och fördröjande kapacitet samtidigt som ett geotextil läggs mellan växtbädden och det luftiga bärlagret för att förbättra vattentillgången i växtbädden.



## Del 3: Diskussion

---

I detta avsnitt sker en avslutande diskussion kring arbetets gestaltning och metod samt lärdomar och vidare frågeställningar.

Syftet med detta arbete var att gestalta ett idéförslag för det blivande stadsdelstorget i Ulleråker med öppen dagvattenhantering i fokus enligt Uppsala kommuns krav och önskemål, med inspiration av erfarenheter från tidigare svenska projekt med öppen dagvattenhantering för de tekniska lösningarna.

#### Huvudfrågeställning

- Hur kan en gestaltning med öppna dagvattenlösningar utformas på det planerade stadsdelstorget i Ulleråker, Uppsala, som svarar mot de krav och önskemål som formulerats i Fördjupad översiktsplan över Södra staden samt i Planprogram för Ulleråker?

#### Delfrågor

- Hur har andra använt öppna dagvattenlösningar i projekt med liknande förutsättningar som i Ulleråker och hur har dessa lösningar påverkat gestaltningens utformning?

- Vilka erfarenheter av framtagande och utförande har de som utformat dessa lösningar?

Att gestalta ett förslag över stadsdelstorget i Ulleråker visade sig vara en komplex uppgift. Litteraturstudien som gjordes gav många infallsvinklar där Vinnovas dagvatteninventering (Lindfors m. fl 2014) lyfte biofilter som en hållbar öppen dagvattenlösning. Av dessa var två lösningar täta med ingående teknisk information som gav en tydlig bild av hur ett biofilter kan utformas. De var till stor hjälp för att förstå förebildprojektens lösningar.

Förebildsprojekten gav ytterligare kunskap kring vilka tekniska lösningar som är lämpliga i olika situationer. Dessutom gav intervjuerna information kring erfarenheter av att gestalta med biofilter och att utforma täta dagvattenlösningar. De lärdomar som framgick av analys av platsstudien och intervjuerna gav många tips på hur ett sådant här projekt kan tacklas.

Intervjuerna och förebildsprojekten gav även insikt i hur de olika lösningarna påverkar det offentliga rummet och på vilket sätt de går att använda i en gestaltning. Jag använde mig av detta i arbetet med att utforma gestaltningsförslaget. Där processen överlag fungerade som jag är van vid. Jag upplevde att det fanns många alternativ till lösningar och sätt att anpassa dem till stadsdelstorgets behov varför gestaltningen inte påverkats påtagligt av kravet på täta lösningar, något som förvånade mig. Om man tidigt i processen är medveten om begränsningar och möjligheter med hållbara dagvattenlösningar behöver de inte begränsa gestaltungsarbetet.

## Hur kan en gestaltning med öppna dagvattenlösningar göras på det planerade stadsdelstorget i Ulleråker, Uppsala, som tar tillvara på de krav som ställts upp i områdets planprogram?

Gestaltningen bygger på en programformulering som utformades efter Uppsala kommuns Planprogram och Fördjupad översiktsplan för Södra staden. Dessa dokument lyfter strategier för hur Uppsala kommun önskar att stadsdelen utvecklas. Det var utifrån dessa som programmets funktioner togs fram varför även gestaltningen speglar planprogrammet.

Torgplatsen möjliggör för större möten och trappningen samt den oregelbundna formen ger den identitet. Dess funktion som dels samlingsyta, dels hårdgjord avrinningsyta samt översvämningsyta får anses som multifunktionellt. Man kan däremot ställa sig frågan om den är helt anpassad till funktionshindrade, då ytan endast är tillgänglig med ramp från ett håll. Detta är en konsekvens av att ytan utgör översvämningsyta. Hur en nedsänkt yta görs tillgänglig samtidigt som den kan hålla stora volymer nederbörd är något att fundera på. Stadsdelstorget innehåller många funktioner och tar hänsyn till platsens förutsättningar gällande framför allt mikroklimat och utblickar där utblickar från torget mot hållplatserna har prioriterats.

Rörelsestråken är anpassade till platsens förutsättningar med handel i bottenplan i de hus som ligger runt stadsdelstorget och närheten till hållplatserna. Stråkens täthet och hierarkier ger även god orienterbarhet.

Möjlighet att byta färdmedel vid stadsdelscentrum mellan cykel, kollektivtrafik och bil främjas av cykelparkeringens placering och utformning. Det är däremot en relativt konventionell lösning, där en mer innovativ lösning för cykelparkering hade kunnat utarbetas.

Dagvattensystemet är utformat för att kunna ta emot ett regn med återkomsttid på 10 år. Flödesberäkningen visar att stadsdelstorget har förmåga att fördröja och även lagra en betydligt större volym än så. Val av växtbäddar gör dessutom att inget vatten som är förorenat infiltrerar, vilket var ett av Uppsala kommuns krav. Kravet innebar att en stor del av stadsdelstorgets yta utgörs av gröna ytor för att främja lagrande förmåga, fungera renande och motverka andelen ytavrinnande vatten. Detta påverkar gestaltningsförslagets övergripande utformning, där de stora sammanhängande gröna ytorna inte är vanliga att se i urban miljö där många människor rör sig, förutom i parker. Valet att utforma stadsdelstorget på detta sätt ger därför ett okonventionellt intryck och bör uppfattas innovativt.

## Hur har andra använt öppna dagvattenlösningar i projekt med liknande förutsättningar som i Ulleråker och hur har dessa lösningar påverkat gestaltningens utformning?

Förebildsprojekten visade på hur andra löst problematiska dagvattenfrågor där förebyggande av spridning av föroreningar eller hinder för infiltration har använts.

Ett av projekten gick att besöka, för att bilda en uppfattning och få syn på hur dagvattenlösningen påverkar gestaltningen. De andra två kunde bara undersökas via planer och dokument kring dagvattenlösningen. Detta gjorde att den lösning som gick att besöka kanske fick en fördel i min bedömning då det var lättare att förhålla sig till en fysisk plats än en ritning.

Ett antal punkter kring hur förebildprojektens lösningar påverkat helhetsintrycket av gaturummet och vilka följder vissa lösningar kan ge på gestaltningen konkretiserades under förebildsavsnittet och låg även med som grund när programmet formulerades.

På detta sätt kunde lärdomar från förebildsprojekten inkorporeras i gestaltningsförslaget. Lösningarna kombinerades för att passa de platsspecifika förhållandena som bedömdes finnas, där analysen från intervjuerna var till stor hjälp.

## Vilka erfarenheter har de som utformat dessa lösningar gällande framtagande och utförande?

Intervjuer med ett antal personer som varit delaktiga i ett eller flera av förebildsprojekten gav insikt kring komplexiteten i framtagandet och utförandet av hållbara dagvattenlösningar.

Det framgick att det ofta är svårt att hålla en tanketråd levande genom ett helt projekt och att den tidiga övergripande höjdsättningen över området påverkar hur de slutliga lösningarna kan se ut.

Att arbeta över professioner för att tillsammans lösa svåra frågor verkar vara något som krävs, där landskapsarkitekter antagligen kommer att samarbeta närmre med dagvatteningenjörer. Kommuner kommer i tidiga skeden behöva initiera utredningar av dagvattenförhållanden i nya områden för att skapa förutsättningar att rita in system som möjliggör hållbar dagvattenhantering.

Att de flesta av de intervjuade uttryckte att avvägningen kring vad som är rimligt säkert är otydlig skapade däremot en problematik som jag inte hade tänkt ha med i detta arbete. Diskussionen ger dock en bra bild kring vilka olika avvägningar som man i arbetet med dagvattenhantering måste ha klart för sig.

### Genomförbarhet

Intervjuerna påvisade att denna typ av dagvattenlösningar på känslig mark är en ytterst komplex fråga. Det är därför svårt att säga om de lösningar som föreslagits i detta arbete är godtagbart säkra.

Att anlägga biofilter som öppen dagvattenlösning kan däremot vara en bra metod för att rena och fördröja dagvatten.

Platsstudierna visar att mycket liknande principer kan ge väldigt olika gestaltningsuttryck. Det är därför som Gösta Olsson påtalar viktigt att lägga stor hänsyn till detaljerna. Att det finns en ekonomisk faktor, där dessa lösningar är att anta dyrare att anlägga än konventionella lösningar är även det något att ta i beaktande.

Det finns även en grundläggande fråga kring huruvida det faktiskt är större risk att bygga i Ulleråker jämfört med i andra delar i Uppsala. Denna fråga står obesvarad.

### Metodreflektion

Samarbetet med Sweco gjorde att jag till viss del blev styrd av projekt de ansåg var intressanta. Detta medförde både att jag fick en värdefull vägvisning kring vilka projekt som berört liknande problematik av en person som är insatt i ämnet. Risken hade annars varit att jag missat dessa projekt. Samt att det varit relativt lätt att samla information om projekten då Irina Persson kunnat agera kontaktförmedlare och innehaft en stor del av dokumenten själv. Mycket av den information som delgetts har dock legat utanför detta arbetes avgränsning och det har varit svårt att sälla i informationen.

### Gestaltningen

Arbetet med gestaltningen var svår att komma igång med då jag hade svårt att begränsa förstudien. Faktumet att kommunens riktlinjer var så pass löst dragna och platsspecifika förutsättningar var okända då det verkliga projektet inte hade kommit så långt i processen gjorde det svårt att dra upp ett program som kändes tillräckligt specifikt.

Gestaltningsförslaget kom till slut att börja ta form där höjderna i gatan som var bestämda var till stor hjälp för att avgöra hur avrinningen skulle kunna se ut och därmed också vart det var lämpligt med hårdgjorda respektive gröna ytor. Behoven som ställdes upp i planprogrammet var sedan lätta att lokalisera beroende på hur nära de borde vara hållplatsen.

Målpunkt- och stråkanalysen var även till stor hjälp för att begränsa ytorna och hitta ett formspråk som samspelade med storstadskänslan som skulle uppnås.

Det svåraste var att reda ut vilka tekniska lösningar som skulle fungera bäst för vardera yta. I detta arbete var förstudien till stor hjälp, men det blev också tydligt att plastspecifika förutsättningar skapar begränsningar för exakt hur lösningen kan användas. Det finns inte heller ett definitivt rätt eller fel, därför blev valet även ett personligt avvägande kring vad jag ansåg var en visuellt godtaglig lösning.

### Litteratursökning

Den inledande litteratursökningen gav mycket god grund och introduktion till ämnet. Det blev däremot snabbt klart att avgränsningarna för mitt arbete varit för löst satta där många nya aspekter, metoder och infallsvinklar hittades som jag var tvungen att ta ställning till. Det var även svårt att avgöra vad som var den ”nyaste” informationen och mycket information byggde på samma princip, varför stora delar av arbetet blev att gallra ut dubletter i källorna.

Hållbar dagvattenhantering är ett väldigt brett uttryck som inrymmer en stor variation av processer och lösningar beroende på plats och förutsättningar. Det inledande arbetet fokuserades därför på att reda ut vad det kunde innebära för det valda gestaltningsområdet.

### Intervjuer och förebildsprojekt

Tidigt i arbetet kunde jag konstatera att den information som fanns i tryckt form inte var så uppdaterad. Det var även stor brist på erfarenheter av genomförande och hur de olika lösningarna påverkade gestaltningsförutsättningarna. Att hålla intervju med ett antal insatta personer var därför ett bra sätt att fylla luckan. De personer som valdes var insatta i de projekt som valts som förebildsprojekt vilket var värdefullt då jag på detta sätt var väl insatt i vad de beskrev.

Viss problematik kan ändå föreligga då ett antal av de valda personerna även är författare till några av de tryckta källorna som använts i förstudien. Risken är då att ett fåtal personers åsikt får oproportionerligt stor plats. Det verkar dock vara en relativt liten klick



av experter inom detta område av vad jag kan utläsa i antalet namn som återkommer i flertalet källor varför problematiken kanske hade uppstått oavsett val av intervjupersoner.

Det var intressant att höra vad de intervjuade ansåg kring problematiken med att vi bygger på allt mer utmanande platser, även om det inte svarade på någon frågeställning för arbetet. Jag har därför valt att ha med den frågan ändå.

### Platsen

Valet av Ulleråker som plats påverkades av att Sweco redan höll på med en risk- och dagvattenanalys för området. Detta gav mig väldigt mycket information kring problematiken kring dricksvattentäkten och säkerhetsklassificeringen men ledde mig även in på ett område som sträckte sig långt utanför min valda plats. Stadsbyggnadsprojektet Ulleråker var vid arbetets start även mycket ospecificerat.

De dokument från kommunen som fanns var föränderliga och genom min kontakt med Sweco hölls jag hela tiden informerad om nya beslut, men kunde inte ta med dessa i arbetet då de inte var officiella eller slutligt beslutade än. Detta gjorde det svårt att arbeta metodiskt.

Det hade kanske varit lättare att ta ett område där mer information fanns från kommunen och mer förutsättningar redan var bestämda. Att arbeta med Ulleråker har däremot gett mig en insikt i den övergripande problematiken kring framtagandet av dagvattenstrategier som sedan ska fungera vägledande i den framtida gestaltningen.

## Lärdomar

Att hålla tanketråden levande och få med sig alla delar hela vägen genom processen verkar, som Gösta Olsson påpekade i intervju, vara det svåraste. Med detta arbete har jag samlat erfarenheter kring utformandet av dessa och med mycket lösa begränsningar tagit fram ett gestaltningsförslag. Det känns som att det speglar verkligheten som en konsult arbetar i rätt bra. Det blev även klart att det hela tiden experimenteras fram nya metoder och lösningar, varför detta arbete bara speglar ett litet fönster av utvecklingen av biofilter och hållbara dagvattenlösningar sett över en längre tidsperiod.

### Slutord

Många frågor väcks som inte går inom detta arbetes avgränsningar. Bland annat går täta lösningar inte bara att se som platsspecifika lokala lösningar, utan måste ses i ett större sammanhang, vilket snarare har visat sig varit det svåra och viktiga i arbetet med hållbar dagvattenhantering. Därför måste resultatet från förstudien också ses som en fristående del att ta till sig oavsett vilken plats man arbetar med.

### Framtida frågeställningar

- Vilka erfarenheter finns av de växter som använts i biofilter i svenskt klimat?
- Dagvattenstrategi för en stadsdel; erfarenheter av framtagandet.
- Hur arbetar man i kommunal planering för att möjliggöra hållbar dagvattenhantering i nya stadsdelar?
- Hur påverkar förhindrad infiltration genom täta växtbäddar grundvattennivån och vatten-cykeln i området?
- Hur fungerar de lösningar som ritas/planeras i Hagastaden/Norra Rosendal i praktiken?

## Källförteckning

Bray, B., Gedge, D., Grant, G. & Leuthvilay, L. (2015). Rain garden guide. Tillgänglig: [www.raingardens.info](http://www.raingardens.info)

Boverket (2010). Mångfunktionella ytor - Klimatanpassning av befintlig byggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur. Tillgänglig: [www.boverket.se](http://www.boverket.se). ISBN: 978-91-86559-01-4 (pdf) [2015-11-10]

Bååth S. & Lagerkvist E. (2015). Urban dagvattenhantering med regnträdgårdar – gestaltningsförslag för Gårdsgatan i Norra Djurgårdsstaden. Kandidatuppsats, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala: Universitetet.

Europeiska miljöbyrån (2015). Miljösignaler 2015 – Att leva i ett klimat i förändring. Luxemburg: Europeiska unionens publikationsbyrå. DOI: 10.2800/273989.

FN, Förenta nationerna (2010). Water and Cities Facts and Figures, UNW-DPAC. Tillgänglig: [http://www.un.org/waterforlifedecade/swm\\_cities\\_zaragoza\\_2010/pdf/facts\\_and\\_figures\\_long\\_final\\_eng.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/facts_and_figures_long_final_eng.pdf) [2015-12-01]

Godecke T. B (2010). Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment. Diss. Luleå Tekniska Universitet: Univ. Tillgänglig: [https://pure.ltu.se/portal/files/4985626/Godecke-To-bias\\_Blecken\\_Doc2010.pdf](https://pure.ltu.se/portal/files/4985626/Godecke-To-bias_Blecken_Doc2010.pdf) [2015-11-12]

Hunt W. F. & White N. M. (2001). Designing Rain Gardens (Bio-Retention Areas). AG-588-3. Tillgänglig: <http://www.bae.ncsu.edu/stormwater/PublicationFiles/DesigningRainGardens2001.pdf> [2015-11-11]

Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007). Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter (SOU 2007:60). Stockholm: Miljö- och energidepartementet. Tillgänglig: [www.regeringen.se](http://www.regeringen.se) [2015-11-17]

Larm, T. (2012). Design av Curb extensions i Tyresö. Sweco Environment. Tillgänglig: [http://www.tyreso.se/upload/milj%c3%b6%20och%20trafikenheten/Projekt/DAGLIG/PM\\_design%20av%20Curves.pdf](http://www.tyreso.se/upload/milj%c3%b6%20och%20trafikenheten/Projekt/DAGLIG/PM_design%20av%20Curves.pdf) [2015-12-07]

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H. & Larm, T. (2014). Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Vinnova (2012-01271). Tillgänglig: [www.greenurbansystems.eu](http://www.greenurbansystems.eu) [2015-12-09]

Lönngren, G. (2001). Vatten i dagen – exempel på ekologisk dagvattenhantering. Stad & land nr. 165. Milano: Eurolito S.p.A.

Nacka kommun (2008). Dagvattenstrategi för Nacka kommun. Tillgänglig: [http://www.nacka.se/web/politik\\_organisation/sa\\_styrs\\_nacka/sa\\_styrs/regelverk/Documents/ovriga\\_regelverk/dagvattenstrategi.pdf](http://www.nacka.se/web/politik_organisation/sa_styrs_nacka/sa_styrs/regelverk/Documents/ovriga_regelverk/dagvattenstrategi.pdf) [2015-11-17]

SMHI (2012). Meteorolgi, Nr 2012-143. Tillgänglig: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.23051!/Meteorologi-143-20121128.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.23051!/Meteorologi-143-20121128.pdf) [2016-04-28]

Stahre, P. (2004). En långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Svenskt vatten. Klippan: Ljungbergs Tryckeri.

Stockholm stad (2015). Dagvattenstrategi, Hagastaden. Exploateringskontoret. [opublicerat manuskript]

Stockholm stad (2011). Norra Djurgårdsstaden, Dagvattenstrategi – riktlinjer och principlösningar. Exploateringskontoret. Tillgänglig: <http://www.stockholm.se/PageFiles/270359/NDS%20BROF%C3%84STET/Dagvattenstrategi%20f%C3%B6r%20Norra%20Djurg%C3%A5rdsstaden%201%200%20111007.pdf> [2015-12-11]

Stockholm stad (2010). Övergripande program för miljö och hållbar stadsutveckling i Norra Djurgårdsstaden. Tillgänglig: <http://bygg.stockholm.se/PageFiles/284024/%c3%96vergripande%20program%20f%c3%b6r%20milj%c3%b6%20och%20h%c3%a5llbar%20utveckling.pdf> [2015-12-11]

Sweco (2015a). Höjder i Ulleråker, version 2015-12-17. [opublicerat material]

Sweco (2015b). ULL-Situationsplan, version 2015-12-17. [opublicerat material]

Sweco Architects (2015). Situationsplan Ulleråker, version 2015-12-17. [opublicerat manuskript]

Sweco Environment (2015). Ulleråker dagvattenhantering, version 2015-05-28. [opublicerat manuskript]

Temagruppen (2016). Rosendal kommunikationsmaterial, arbetsmaterial 2016-03-17. [opublicerat manuskript]

Uppsala kommun (2016). Växtbäddar Rosendal. Tengbom genom Kent Fridell 2016-03-17. [opublicerat manuskript]

Uppsala kommun (2015a). Fördjupad översiktsplan för Södra staden. KS 2012-0452. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/a0c2da59258d48de831d45970ee371e4/sodra-staden-handling-webb.pdf> [2015-11-04]

Uppsala kommun (2015b). Planprogram för Ulleråker. PBN 2012-20250. Tillgänglig: [https://www.uppsala.se/contentassets/85c419fb5fdd4e9491e6a349b56e068d/ulleraker\\_handling\\_webb.pdf](https://www.uppsala.se/contentassets/85c419fb5fdd4e9491e6a349b56e068d/ulleraker_handling_webb.pdf) [2015-11-04]

Uppsala kommun (2015c). Planbeskrivning -Detaljplan för Rosendalsfältet. Tillgänglig: [http://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/dokument/stadsplanering--utveckling/detaljplanering/samrad\\_granskning/rosendal/planbeskrivning-rosendalsfaltet.pdf](http://bygg.uppsala.se/globalassets/upsala-vaxer/dokument/stadsplanering--utveckling/detaljplanering/samrad_granskning/rosendal/planbeskrivning-rosendalsfaltet.pdf) [2016-02-24]

Uppsala kommun (2014). Dagvattenprogram för Uppsala kommun. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/17d81dfe863e41fb930412214d07ce07/dagvattenprogram.pdf> [2015-12-02]

Uppsala kommun (2010). Trädhandbok för Uppsala kommun, version I. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/contentassets/f5cce0e9c5f04ff6bbe6490bf09f5dde/tradhandbok.pdf> [2016-01-12]

Kartor  
© Lantmäteriet. Tillgänglig:  
<http://www.slu.se/sv/bibliotek/soka/digitala-kartor/> [2015-11-26]

Samtliga bilder som använts i gestaltningsavsnittet är från Creative commons.